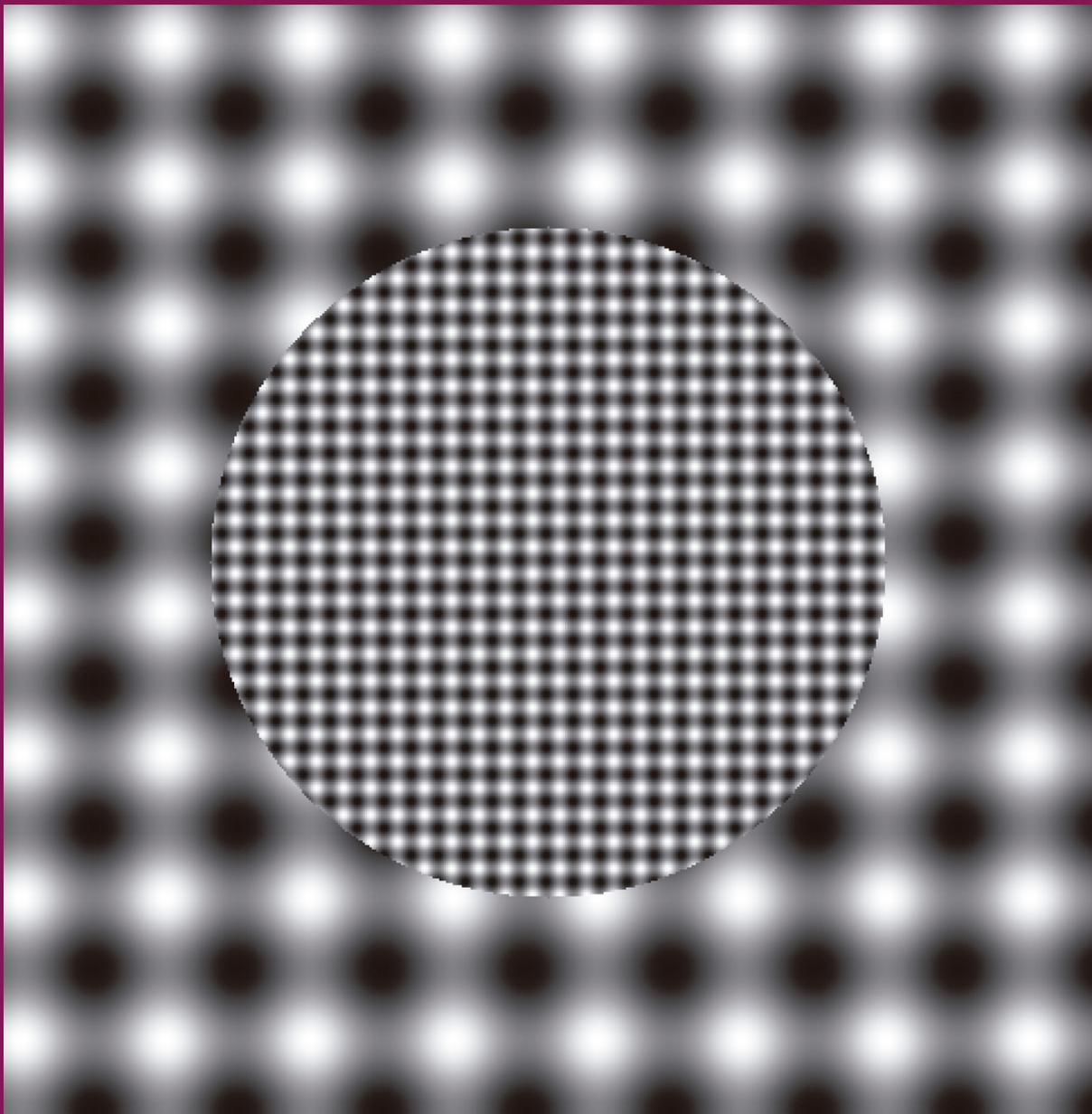


*The Journal of
Three Dimensional Images*

3D 映像

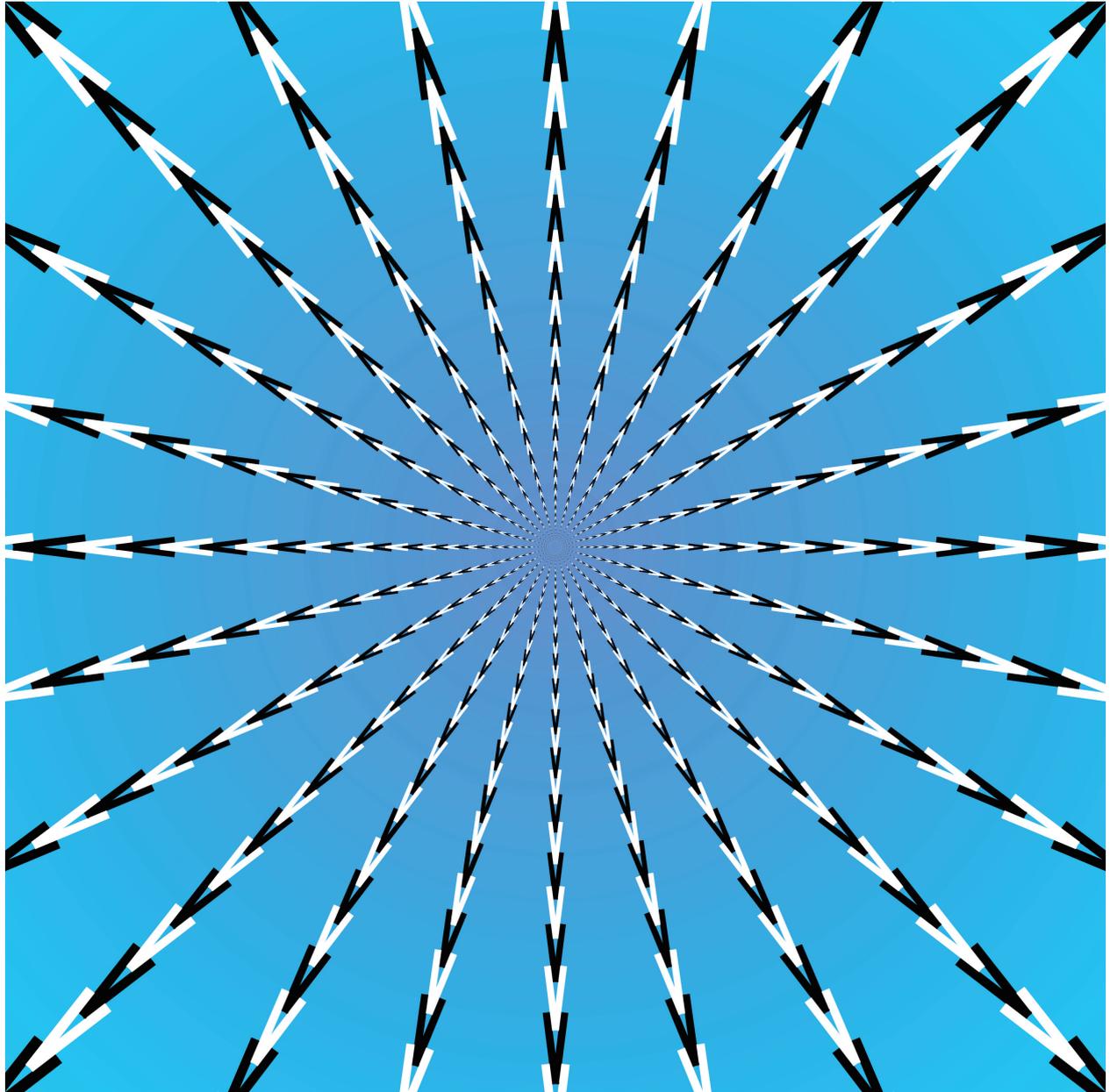


三次元映像のフォーラム

THE FORUM FOR ADVANCEMENT OF THREE
DIMENSIONAL IMAGE TECHNOLOGY AND ARTS

3D GALLERY

錯覚 (Optical Illusion)



「ガンガゼ」

放射状方向にガクガクして見える

Copyright Akiyoshi Kitaoka 2008

THE JOURNAL OF THREE DIMENSIONAL IMAGES

「3D映像」
2013年12月

Vol.27, No.4
December, 2013

《目次 (Contents)》

I. ベントンの10周年の回想(ベントン メモリアル)

- 講演1 『ベントン教授の回想』
辻内 順平 (東京工業大学:名誉教授)・・・ 4
- 講演2 『Carrying On the Benton Vision』
白倉 明 (株アーティエンス・ラボ)・・・ 21
- 講演3 『ある日のベントン先生とのお話』
服部 知彦 (Sea Phone Co., Ltd. :代表)・・・ 45
- 講演4 『ベントン先生との出会いと動画ホログラフィ』
橋本 信幸 (シチズンホールディングス (株) 開発部)・・・ 49

II. 最新のホログラフィの研究 (研究発表)

- 講演5 『スペシャライズドグループの研究とその後の展開』
吉川 浩 (日本大学 理工学部 電子工学科:教授、前HOD I C会長)・・・ 75
- 講演6 『電子ホログラフィの発展と展望:ホロビデオMark-Iから始まった』
坂本 雄児 (北海道大学大学院 情報科学研究科 メディアネットワーク専攻)・・・ 93
- 講演7 『最近の電子ホログラフィ研究:複数の空間光変調器を用いた表示システム』
佐々木 久幸 (情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所
超臨場感映像研究室)・・・ 114
- 講演8 『並列計算システムと動画ホログラフィの発展』
伊藤 智義、下馬場 朋禄 (千葉大学)・・・ 130
- 講演9 『ホロTV用のデータ圧縮方式の提案』
妹尾 孝憲 (情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所
超臨場感映像研究室)・・・ 154
- 講演10 『ホログラフィカメラを使った短時間で可能なホログラム制作』
石川 洵 (石川光学造形研究所:代表)・・・ 181

- ◎ 3D映像原著論文投稿規程 ・・・ 190
- ◎ 発表、投稿、展示、広告等申込用紙 ・・・ 189
- ◎ “3D映像”執筆要領 ・・・ 190
- ◎ 「3D映像」バンクナンバー注文書 ・・・ 191
- ◎ 入会のすすめ ・・・ 193

◎ 奥付

最先端映像技術 & ホログラフィ シンポジウム

新しい空間映像の世界に入って観よう！

【新しい映像時代に向けて、現在開発されている
最先端の映像技術などを紹介】

日時：2013年 12月7日(土) 13:00～17:00 懇親会(無料) 17:00～

会場(講演・展示)：デジタルハリウッド大学 3F ホール

住所：101-0062 東京都千代田区神田駿河台4-6 御茶ノ水ソラシティ 3F
(JR・地下鉄お茶の水駅聖橋口下車徒歩約5分)

地図：<http://www.dhw.ac.jp/access/>

会費：3D フォーラム/HODIC 会員 無料、一般 3000 円、学生 2000 円 ※資料代込

定員：100名

連絡先：三次元映像のフォーラム E-Mail:hagura@hyper.ocn.ne.jp TEL:090-6184-6161

共催：ホログラフィック・ディスプレイ研究会、三次元映像のフォーラム(兼第106回研究会)、
最先端表現技術利用推進協会(表技協)

協力：デジタルハリウッド大学・大学院・スクール他

【プログラム】

司会・進行：橋本 信幸(ホログラフィック・ディスプレイ研究会:会長)

I. ベントンの先生の10周年の回想(ベントン メモリアル)

13:00～13:10 挨拶 杉山知之(デジタルハリウッド大学・大学院:校長)

13:10～13:40 講演1 『ベントン教授の回想』 辻内 順平(東京工業大学:名誉教授)

13:40～14:00 講演2 『Carrying On the Benton Vision』 白倉 明(株)アーティエンス・ラボ)

14:00～14:20 講演3 『ある日のベントン先生とのお話』 服部 知彦(Sea Phone Co., Ltd.:代表)

14:20～14:40 講演4 『ベントン先生との出会いと動画ホログラフィ』

橋本 信幸(シチズンホールディングス(株)開発部)

14:40～15:00 休憩・展示

II. 最新のホログラフィの研究(研究発表)

15:00～15:20 講演5 『スペシャルイメージンググループの研究とその後の展開』

吉川 浩(日本大学 理工学部 電子工学科:教授、前HODIC会長)

15:20～15:40 講演6 『電子ホログラフィの発展と展望:ホロビデオ Mark-I から始まった』

坂本 雄児(北海道大学大学院 情報科学研究科 メディアネットワーク専攻)

15:40～16:00 講演7 『最近の電子ホログラフィ研究:複数の空間光変調器を用いた表示システム』

佐々木 久幸(情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 超臨場感映像研究室)

16:00～16:20 講演8 『並列計算システムと動画ホログラフィの発展』

伊藤 智義、下馬場 朋禄(千葉大学)

16:20～16:40 講演9 『ホロ TV 用のデータ圧縮方式の提案』

妹尾 孝憲(情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 超臨場感映像研究室)

16:40～17:00 講演10 『ホログラフィカメラを使った短時間で可能なホログラム制作』

石川 洵(石川光学造形研究所:代表)

17:00～17:10 閉会の挨拶:橋本 信幸および羽倉 弘之(三次元映像のフォーラム:代表幹事)

17:15～19:00 懇親会(無料)

展示:ホログラム等(多数)

Benton教授の回想

辻内 順平
東京工業大学名誉教授

Contents

- 1. Technical Contribution to Display Holography
- 2. Visit to Ulyanovsk and Moscow (1978)
- 3. Visit to Kiev (1989)

Technical Contribution

- Rainbow Hologram
- Alcove Hologram
- Edge-Lit Hologram
- Ultragram
- Electroholography

Rainbow Hologram

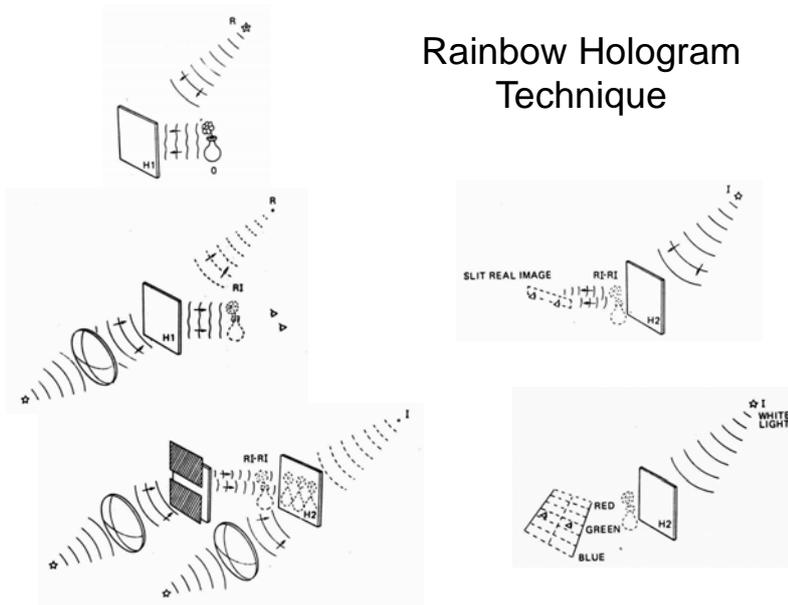
最初の発表論文

1969 OSA Annual Meeting
(Friday 24 Oct. 1969)
Chicago, Ill, USA

FE20. Hologram Reconstructions with Extended Incoherent Sources. STEPHEN A. BENTON, *Research Laboratories, Polaroid Corp., Cambridge, Massachusetts 02139 and Harvard University, Cambridge, Massachusetts 02138.*—A two-step technique for elimination of vertical parallax in hologram viewing has resulted in significant reductions of information content, allowing relaxations of the reconstruction illumination-coherence requirements. The subject for a second hologram is a real image of the scene, projected by a narrow horizontal strip of a conventional hologram. The second hologram is illuminated to reconstruct a real image of the first hologram, so that the entire field of view becomes visible when the eye is positioned at the image of the strip, and correct horizontal parallax is presented. The original point-illumination source can then be replaced with an incoherent vertical line source to produce a continuum of vertically displaced strip images. The eyes may now move throughout a large volume while viewing an undistorted, speckle-free, three-dimensional image that displays normal changes of horizontal perspective with viewing position. A particular arrangement produces hologram image structures that are suitable for transmission on a 525-line television raster that has increased resolution in the horizontal direction only. Another such hologram yields white images over a considerable depth of field when it is illuminated by a fluorescent lamp without auxiliary optics. (13 min.)

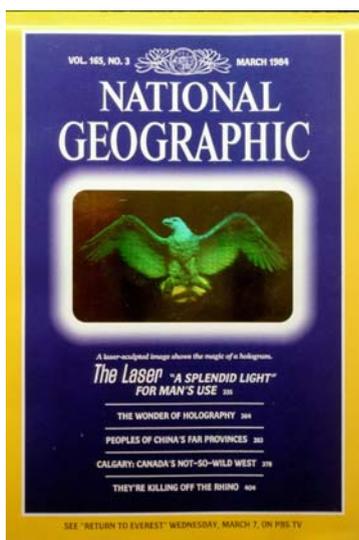
S. A. Benton: *J. Opt. Soc. Am.* **59**, 1545A (1969)

Rainbow Hologram Technique

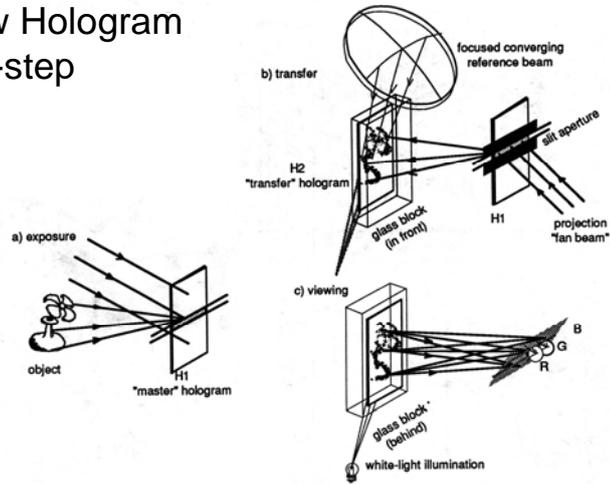


S.A. Benton: *Applications of Holography and Optical Data Processing*, pp. 401 (Pergamon Press, 1977)

Rainbow Hologramの応用

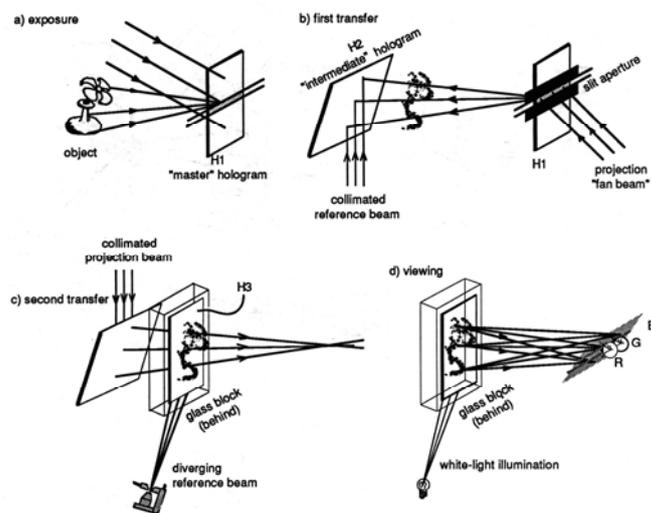


Edge-Lit Rainbow Hologram 2-step

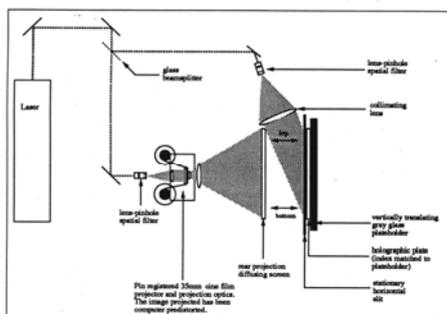


S.A. Benton, S.M. Birner, A. Shirakura: Proc. SPIE, **1212**, 149 (1990)

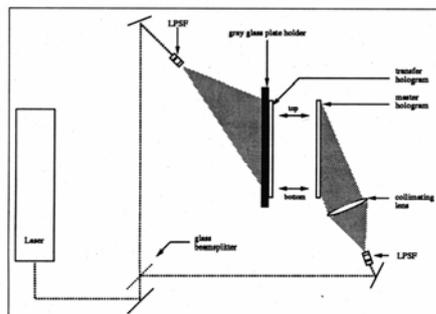
Edge-Lit Rainbow Hologram 3-step



Ultragram Recording



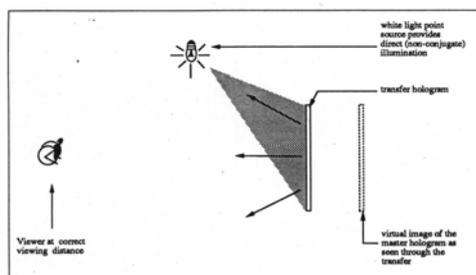
Two-step mastering



Two-step transferring

M.W. Halle, S.A. Benton, M.A. Klug, J.S. Underkoffler: Proc. SPIE, **1461**, 142 (1991)

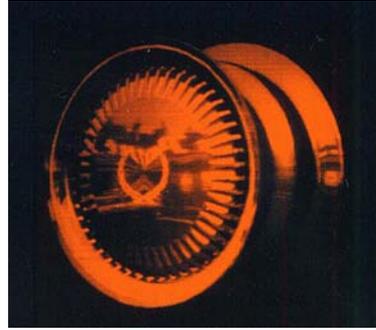
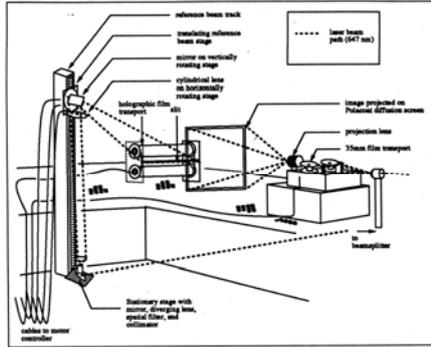
Ultragram Reconstruction



Direct-illumination

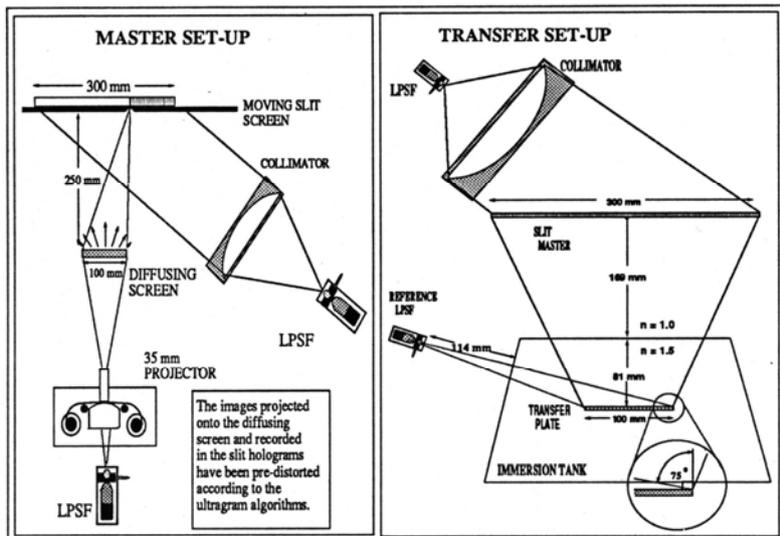


Ultragram Practical Setup



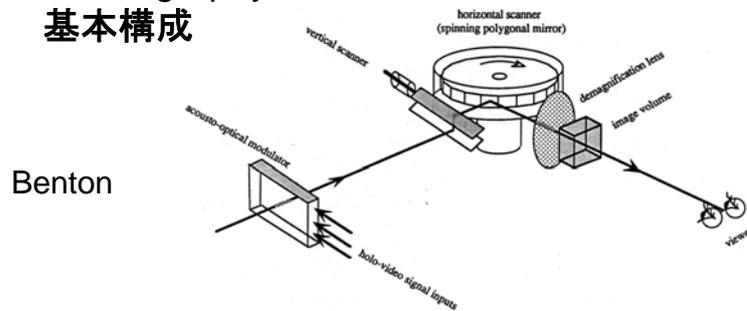
Practical setup used to expose Large Chevrolet Wheel

Edge-Lit Ultragram



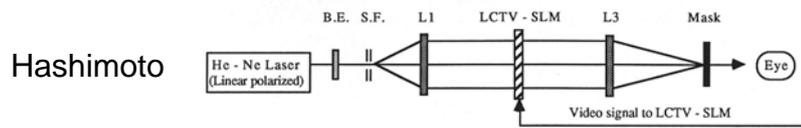
W.J. Farmer, S.A. Benton, M.A. Klug: Proc.SPIE, **1481**, 215 (1991)

Electroholography 基本構成



Benton

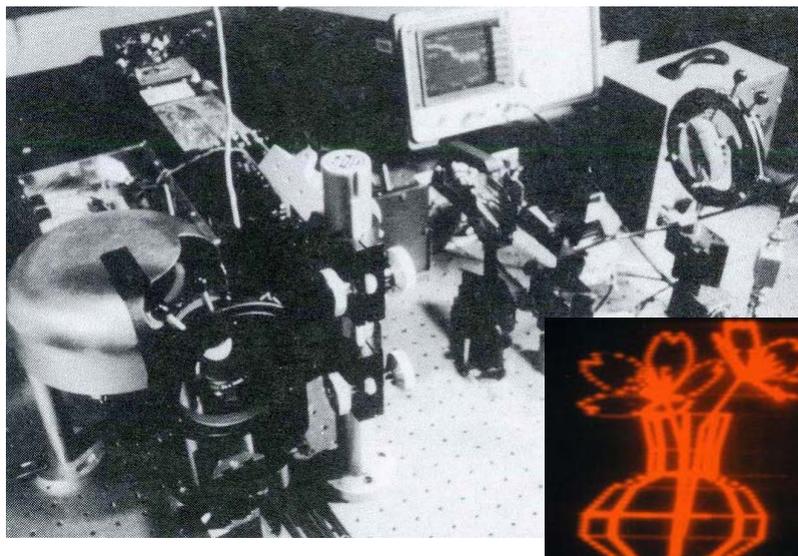
S.A. Benton: SPIE Institute of Holography, **IS 8**, 247 (1991)



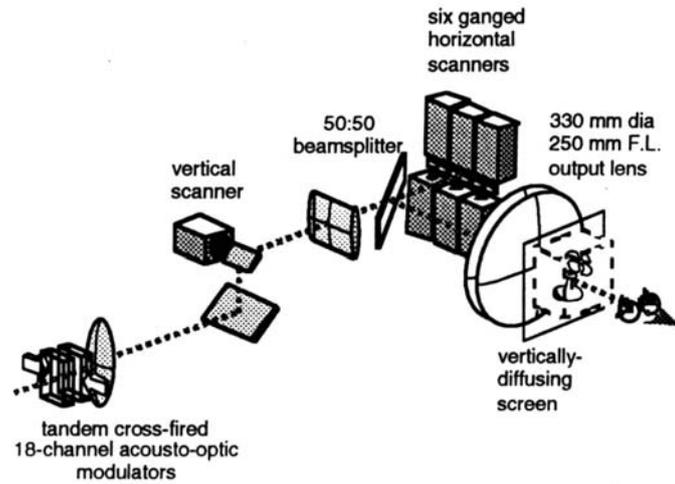
Hashimoto

N. Hashimoto, K. Kitamura and S. Morokawa: Proc. SPIE, **1461**, 291-302 (1991)

Benton装置の外観と再生像



Electroholography Mark II



S.A. Benton: Proc. TAP International Symposium, S-3-1-3 (1993)

8-1 表 MIT の電子ホログラフィー装置の変遷

完 成	基本型 (1990) ³⁹⁾	MARK I (1992) ⁴⁰⁾	MARK II (1993) ⁴¹⁾
干渉縞データ	2 MB	6 MB	36 MB
チャンネル数	1	3	18
視域	15°	15°	30°
カラー	単色 (赤)	フルカラー	単色 (赤)
水平方向サンプル数	32 k	32 k	256 k
水平方向走査速度	2750 kHz	2750 kHz	150 kHz
垂直走査線数	64	64	144
像の大きさ ($W \times H \times D$)	$36 \times 24 \times 50 \text{ mm}^3$	$36 \times 24 \times 50 \text{ mm}^3$	$150 \times 75 \times 150 \text{ mm}^3$

辻内順平:ホログラフィー, pp. 196 (裳華房, 1997)

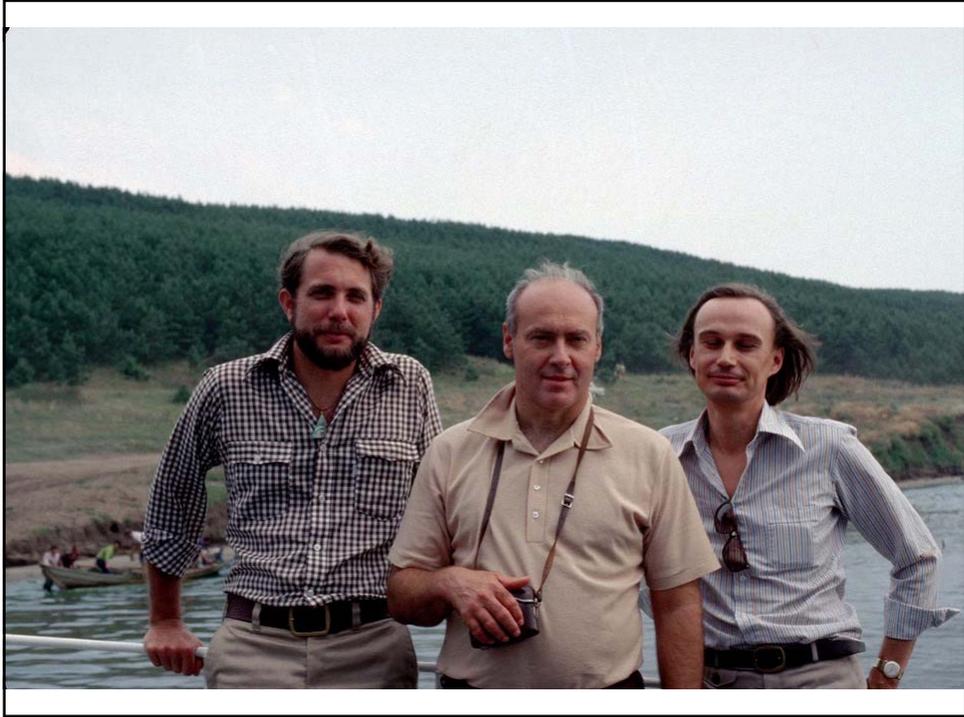
Benton in Ulyanovsk and Moscow

USSR

Aug. 1978

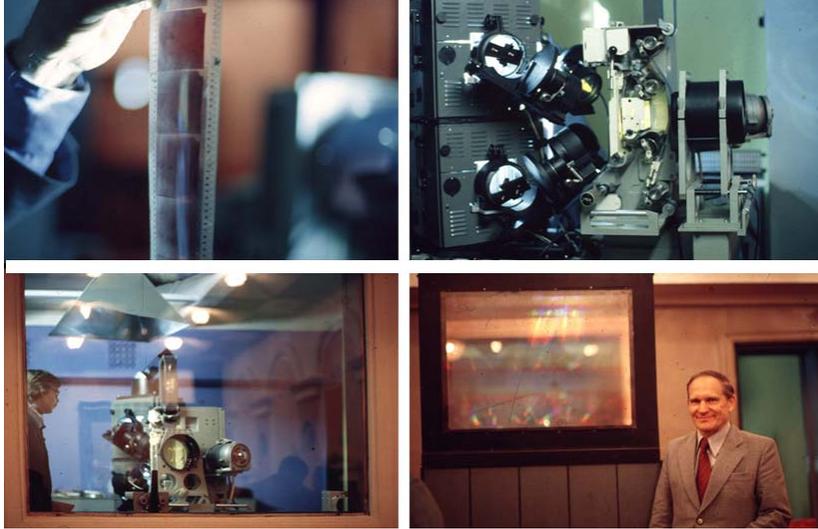








Holographic Movie (NIKFI)



27

Visit to Kiev, USSR

Sept. 1989







Carrying on the Benton Vision

Artience Lab Inc.

最先端映像技術&ホログラフィ シンポジウム 資料
～ ベントン先生の10周年の回想 (ベントン メモリアル) ～

株式会社 アーティエンス・ラボ (Artience Lab Inc.)
<http://www.artience-lab.com>

白倉 明

Contents

- 1. Interference or…
(2004.1. SPIE学会 Benton Tribute 抜粋)**
- 2. Benton Visionの実現へ向けて**
 - a. 株式会社アーティエンス・ラボのご紹介**
 - b. ホログラフィック・ステレオグラム技術概要**
 - c. ホログラム商品形態の一例**
- 3. まとめ**

Interference or...?

In memory of Dr. Stephen Benton

Akira Shirakura

Interference

is essential to

Holography

in·ter·fer·ence

n.

- 1 **a** : the act or process of interfering **b** : something that interferes :
hindrance, disturbance
- 2 : the mutual effect on meeting of two wave trains (as of light or sound) that constitutes alternating areas of increased and decreased amplitude (as light and dark lines or louder and softer sound)
- 3 **a** : the legal blocking of an opponent in football to make way for the ballcarrier
b : the illegal hindering of an opponent in sports
- 4 : partial or complete inhibition or sometimes facilitation of other genetic crossovers in the vicinity of a chromosomal locus where a preceding crossover has occurred
- 5 **a** : confusion of a received radio signal due to the presence of noise (as atmospherics) or signals from two or more transmitters on a single frequency **b** : something that produces such confusion
- 6 : the disturbing effect of new learning on the performance of previously learned behavior with which it is inconsistent



Interference

is essential to

Holography

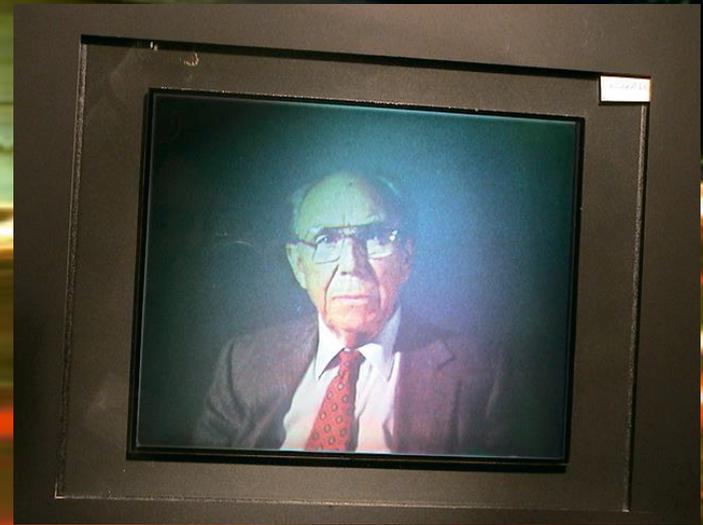


Dr. Stephen Benton

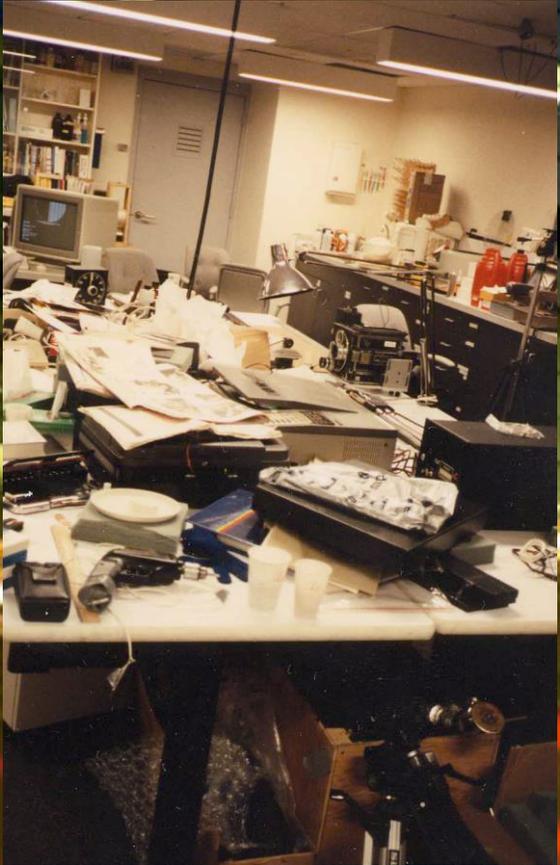
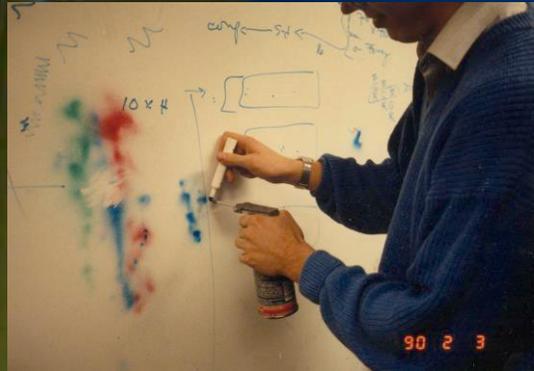
never *interfered* in relationships with others,

but *intercommunicated* at a comfortable distance.





MIT Media Lab
20 Ames Street, Cambridge, Massachusetts



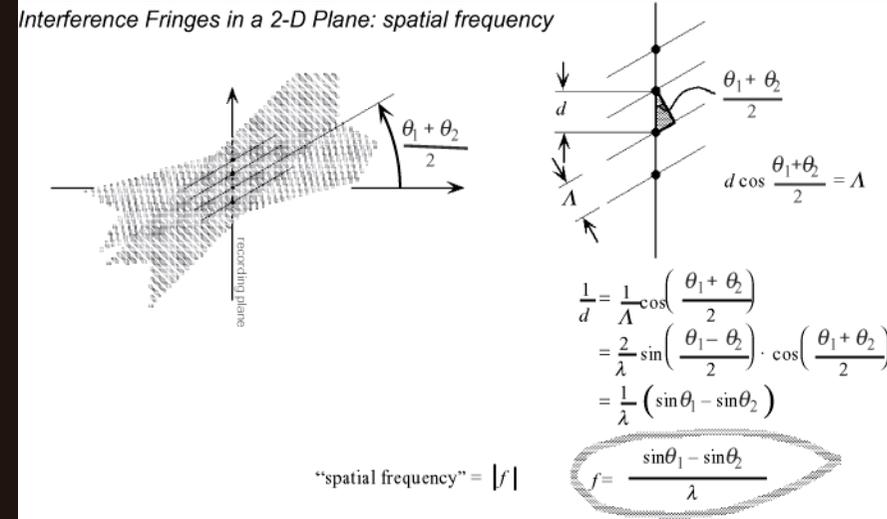
MIT Media Lab
20 Ames Street, Cambridge, Massachusetts

Xmas Party@media-lab

1988



Benton Math



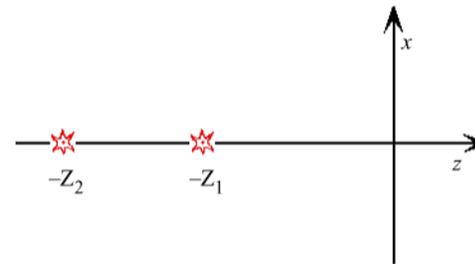
In-line point sources

Here, the point sources are arranged one in front of the other, at $-Z_1$, and the second at $-Z_2$. The phase footprints are now

$$\begin{aligned} \phi_1(x, y) &= \frac{2\pi}{\lambda} Z_1 + \frac{\pi}{\lambda Z_1} (x^2 + y^2), \\ \phi_2(x, y) &= \frac{2\pi}{\lambda} Z_2 + \frac{\pi}{\lambda Z_2} (x^2 + y^2). \end{aligned} \quad (24)$$

The leading terms in both are constant phases, and we will assume for the moment that they are both exact multiples of 2π , equivalent to zero, and can safely be ignored. Plugging the rest of the terms into the master interference equation (again assuming that the intensity of both waves at the hologram plane is unity) then gives a characteristic intensity pattern:

$$\begin{aligned} I_{\text{total}}(x, y) &= 1 + 1 + 2\sqrt{1 \cdot 1} \cos \left(\frac{\pi}{\lambda Z_1} (x^2 + y^2) - \frac{\pi}{\lambda Z_2} (x^2 + y^2) \right) \\ &= 2 + 2 \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{1}{Z_1} - \frac{1}{Z_2} \right) (x^2 + y^2) \right). \end{aligned} \quad (25)$$



Holo-dinner

BERTUCCI'S
BRICK OVEN PIZZERIA®

Welcome to Bertucci's. Come learn how our rich Italian heritage has created a wonderful place to eat or work. We guarantee that after spending time on our site your mouth will be watering for our brick oven pizzas and authentic Italian dishes.



BRICK OVEN PIZZERIA

Beach Volleyball Tournament



Sushi Scandal '89



SPIE Photonics West
@Los Angeles



Sushi Boat
"Momoyama"

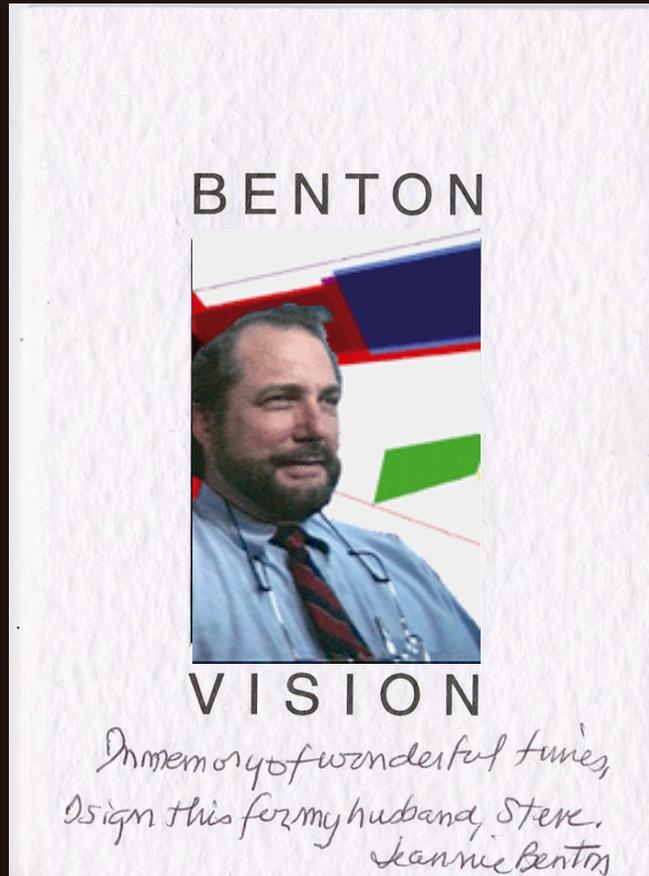


Steve encouraged our
holographic project at Sony.



Our revered mentor and
inspirer of our work





I wonder if we couldn't carry on Steve's vision,
in holography, in research and industry
by *interfering* or *intercommunicating* with each other
among these Benton Village people.

Carrying on the Benton Vision



Artience Lab Inc.

～ Benton Visionの実現に向けて……

株式会社アーティエンス・ラボのご紹介

- 会社名:** 株式会社 アーティエンス・ラボ
(Artience Lab Inc.)
<http://www.artience-lab.com>
- 設立年月日:** 2013年2月26日
- 事業内容:** ・高画質ホログラムの制作・製造・販売
・高画質ホログラムの応用商品の研究開発・設計・製造・販売
・ホログラム関連技術受託研究

＜経営理念＞

1. 芸術(Art)と科学技術(Science)とを融合し、お客様に幸福や感動を体験していただけるような新しい商品・サービスを創出、定着、発展させ、皆様から信頼される企業を目指します。
2. 事業規模を追うことのみを優先せず、小規模でもユニークで質の高い商品をお客様に提供し、高い満足感をもっていただくことを最重要と考えます。
3. 従業員の個性を尊重し、充実感をもって成長できる仕事環境を提供します。

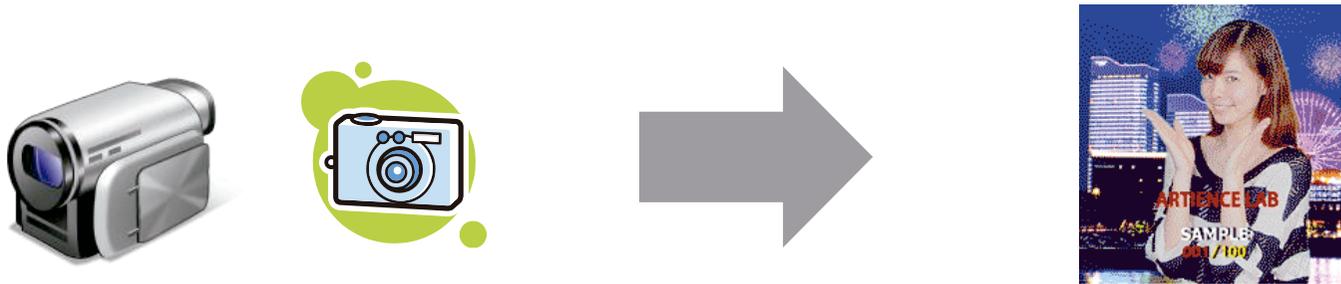
株式会社アーティエンス・ラボの技術の特長

- ・ ビデオやCGデータからホログラムを高速プリントできる
実用化技術と設備を所有
- ・ ホログラムの持つ能力を最大に発揮できる
画像制作ノウハウと画像処理技術を所有
- ・ ホログラムとマッチングさせた照明との組み合わせで
これまでにないユニークなデザインの商品を提案

新感覚の「感動」を提供します！！

技術概要

- デジタル画像データから多視点立体ハードコピーを印画できる技術



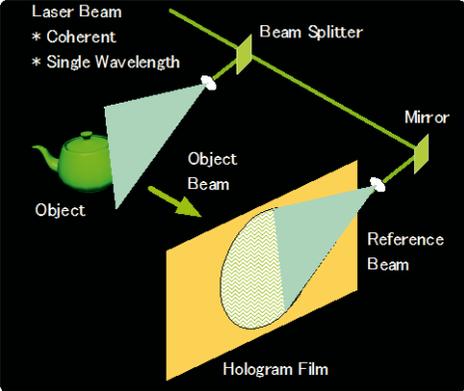
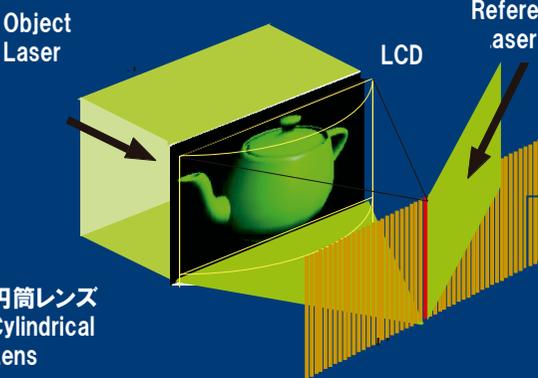
	視差数 Number of Parallax images	
	二視点 n=2	多視点 n \geq 3
Hardcopy		Holographic Stereogram
Display	 Type 3D DISPLAY	

立体ハードコピーの種類

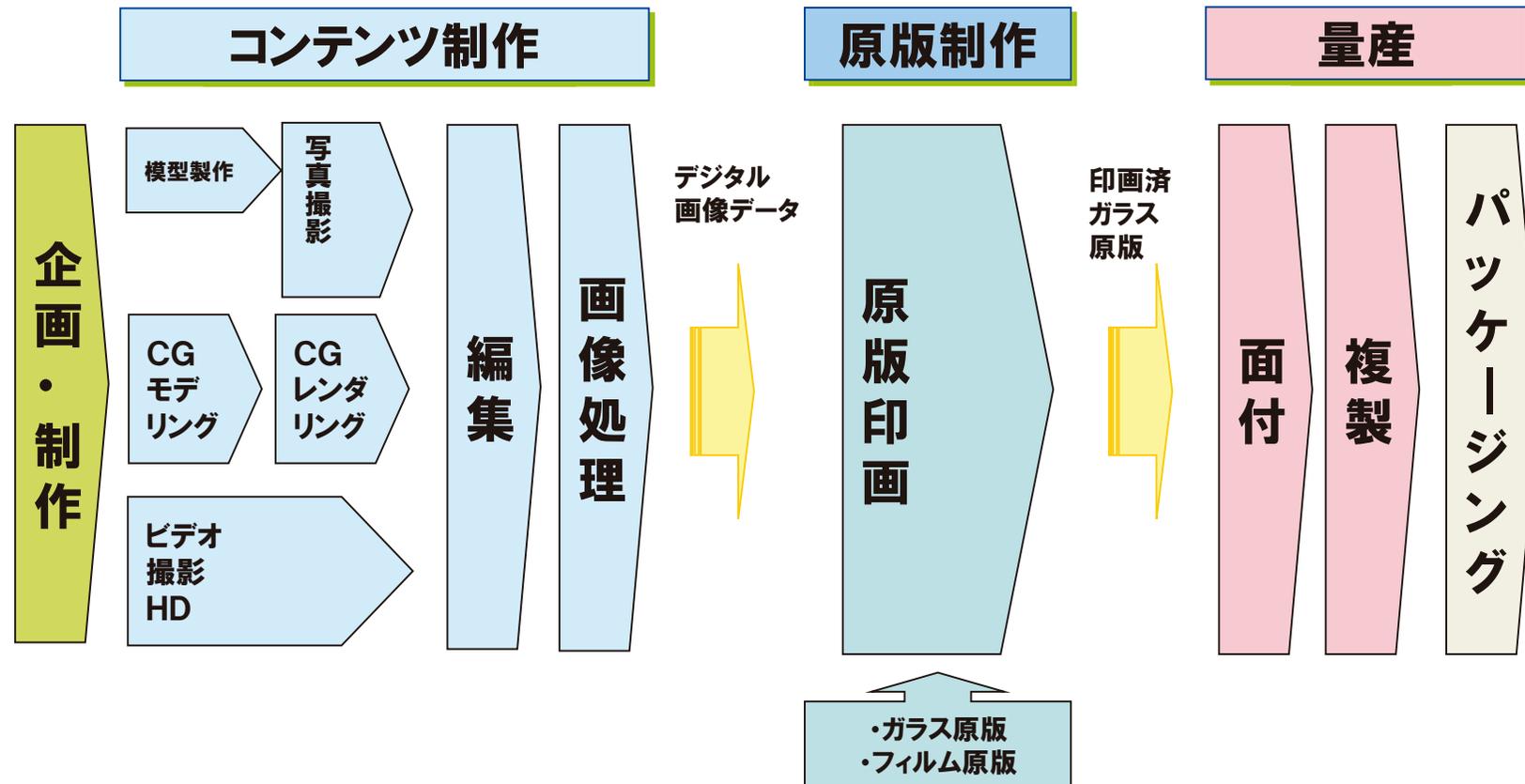
Various types of 3D hardcopy

	ステレオ 立体写真 Stereo- Pair Photo	レンチキュラ 写真 Lenticular Photo	ホログラフィック ステレオグラム Holographic Stereogram	計算機 ホログラム Computer Generated Hologram
視差の連続性 Continuity	-	非連続 Discontinuous	連続 Continuous	連続 Continuous
視差画像数 Number of parallax images	2	3~30	30~1000	∞ (但し、計算時間も 膨大) (Long computing time required)

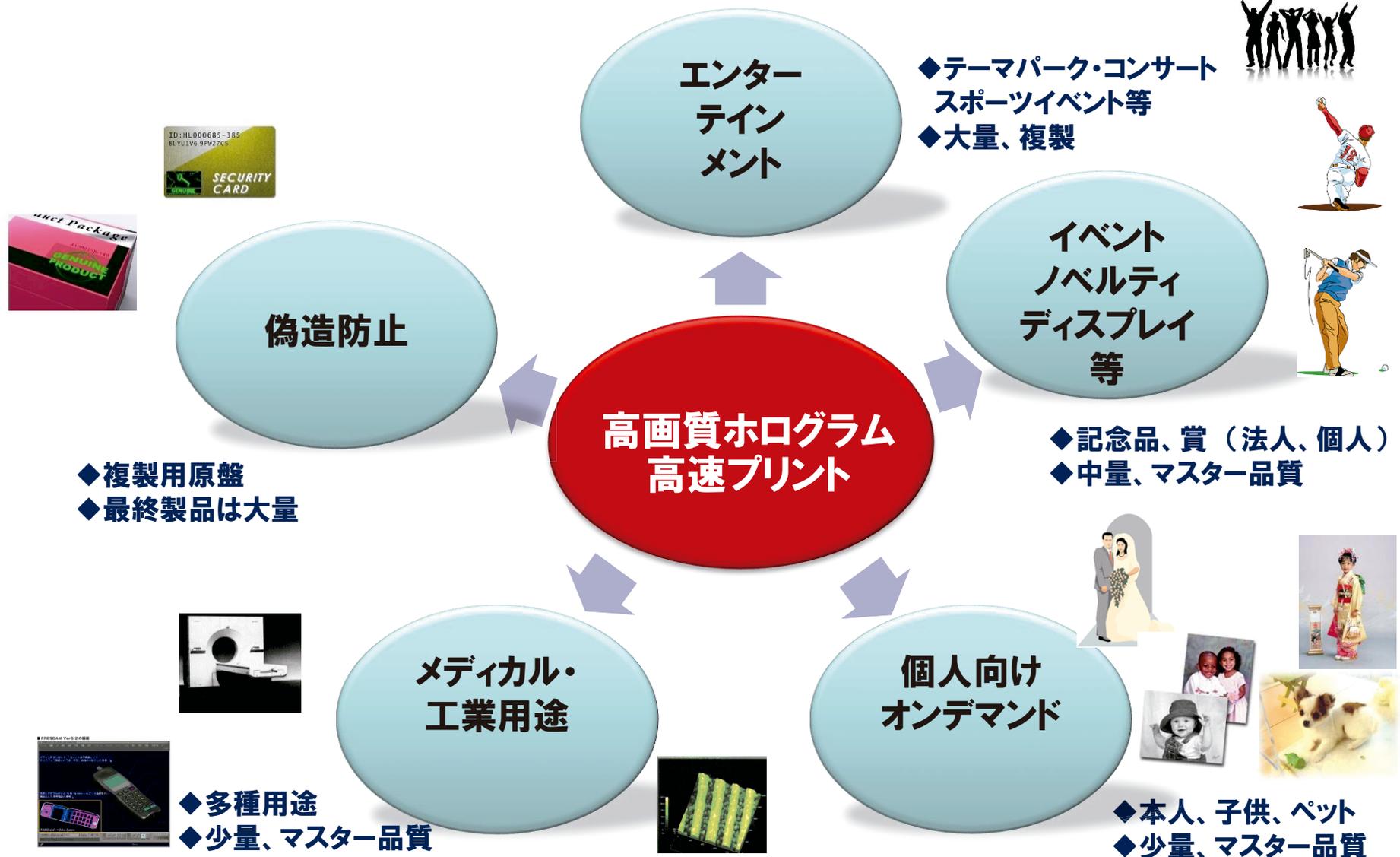
模型ホログラムとの比較 =Comparison=

	<p>模型ホログラム Conventional Hologram</p>	<p>ホログラフィック ステレオグラム Holographic Stereogram</p>
<p>2Dプリントでいうと Analogized to 2D print,</p>	<p>フィルムカメラ+銀塩写真現像 Analog camera + Silver halide Photo DPE</p>	<p>デジカメ+プリンター Electronic Photo: Digital Camera + Printer</p>
<p>記録原理 Recording Principle</p>	 <p>実物体にレーザーを照射して露光 Real objects should be exposed by laser.</p>	 <p>特殊光学系により、2次元視差画像列を線順次露光 Hundreds of elemental holograms are sequentially recorded as projected image of 2D-LCD.</p>
<p>画像表現の 制約 Object Restriction</p>	<p>被写体は、実物大で堅い静止物に限られる。 The object must be</p> <ul style="list-style-type: none"> •As small as the hologram •Standstill •Solid 	<ul style="list-style-type: none"> •人物などの実写画像 •ビデオ動画像(100フレーム以上) •コンピュータグラフィックスなど。 <p>The object can be anything including Portraiture, Video source of more than 100frames, Computer Graphics, etc.</p> <p style="text-align: right;">} 無制約</p>

印画プロセスの説明



技術応用・アプリケーション



ホログラム商品形態の一例

魔法のペンライト

ペンライト状態

プレートの角度
を変えると...

滑らかな3D画像が
飛び出して動きます！



240枚の連続画像を
一枚に記録
(レンチキュラーの10倍以上の情報量)

透明なプレートから
鮮やかなフルカラー画像
が光ります

画像はキャラクター
CG, 人物など
カスタマイズ可能です



置いて鑑賞する
こともできます

まとめ

- We will carry on the Benton Vision...

ある日のベントン先生とのお話

服部 知彦

Sea Phone Co., Ltd.代表

SeaPhone@att.net

出会い

ベントン先生と私との出会いは、1992年モントリオールで開催された”The 1992 International Conference on Three Dimensional Media Technologies”でした。同じセッションでベントン先生の次に私は講演しました。私の講演直後、先生はちょっと驚いたような顔をされ私に声をかけてくれました。そして、「分からない部分があるので、また後で…」と言われたように思いました。この会場には浜崎先生や羽倉さんもおられ、翌日の朝食時、ホテルで浜崎先生から、「バックライトにこんな使い方があったとは…」と言われ私はとても嬉しく思ったことを覚えています。結局ベントン先生とお話する機会はありませんでした。私はそれ以後も実用化のための3Dディスプレイの開発を進めながら、その経過を3Dカンファレンスや3Dフォーラム、また海外ではSPIEなどで発表しました。それらの会場においてベントン先生の周辺にはいつも多くの人がいて、やはりお話できる機会は殆どありませんでした。一度だけ、私と学生たちが小雨降るサンノゼの街を、傘をさして歩いていると、偶然ベントン先生お一人と鉢合わせしました。その時、先生は親しげに「日本人は雨に濡れると溶けちゃうのかな?…」と言って何処かへ傘も差さず去って行かれました。

9:00 ~ 12:30	
Session 5: Holography and Autostereoscopic Displays	
4-3 5-1	A Case Study of "The Clear Day Hologram" - <i>Stephen Leafloor, (Starlight Holographic, Kanata, Ontario, Canada)</i>
5-2	Developments in Embossed Holography - <i>Ed Diatrich, (American Banknote Holographics, USA)</i>
5-3	Production of Canada's First Holographic Stamp - <i>Dean Karakasis, (Canada Post Corporation, Ottawa, Ontario)</i>
5-4 <i>Chair</i>	Interactive Holographic Video Imaging - <i>Stephen Benton, (M.I.T. Media Lab, Cambridge, USA)</i>
5-5	Progress in Autostereoscopic Display Technology at Nagoya University College of Medical Technology - <i>Tomohiko Hattori, (Nagoya University, Japan)</i>
5-6	OmniView™ Volume Visualization Display - <i>Darold Smith, (Texas Instruments Inc. Dallas, USA)</i>
5-7	PHSColograms: Past, Present & Future - <i>Ellen Sandor and Stephan Meyers, (Art)ⁿ Laboratory, IIT, Chicago, USA)</i>

ベントン先生との最初の出会い 1992年11月5日モントリオール、カナダに於いて

数年後のある日

ニューヨークからボストンへの空路、当初の予定よりずいぶん遅れてしまっていました。前日豪雪のため、ジョン・エフ・ケネディ空港で足止めを食らった上、宿泊した高級ホテルの目覚し時計の am と pm が逆にセットされていて、朝目覚しが鳴らず、再予約した便にまで乗れず、キャンセル待ちでようやく搭乗できたのがこの便でした。

空港に到着後急いでMITメディアラボへ急行。あまりに急いでいたのでその間の詳細は記憶に全くありません。約束の時刻は 4 時間くらい過ぎていたのですが、ベントン先生は「ここ冬のボストンではよくあることだ。」と言って笑顔で迎え入れてくださいました。

この一ヶ月ほど前、ベントン先生から「今、服部がアメリカで暮らしているのなら、一度メディアラボへ来ないか？頼みごともあるので…」という e-mail を受け取り、先生とMITのディアラボでお会いする事になったのでした。

一通りベントン先生の案内でラボを見学した後、大学院生に対しバックライト分配方式ステレオディスプレイの原理についての講義を頼まれ、比較的人数も少なかったので紙とホワイトボードで講義しました。ここでびっくり！その時までこの原理を軽いディスカッションで理解されたと私が感じたのは、浜崎先生と日大の吉川さんだけでした。このラボの大学院生はこの原理を一発で理解し、またその時に私が説明を手書きした紙と、そこに日付と私のサインを求めてきました。それで私は日付と共にサインをし、その紙を彼に喜んで謹呈しました。その直後ベントン先生は学生やスタッフとアイコンタクトを取られたのを覚えています。ここまでは、Welcome to Media Laboratory という感じで、あまり話らしい話はありませんでした。

その後 Union Oyster House でディナーを二人でとることになりました。ワインの乾杯の後、この店はボストンで最も古く歴史あるレストランである事や、奥の席がケネディー大統領夫妻のお気に入りの席であった事などを教えてくれました。ロブスター、ボストン蟹や生牡蠣などの食事が出てくるまでの間、先生の研究やなぜ先生が 3D に興味をもったかなど、幼少の頃のお話や、ご自分の車のナンバープレートの番号はDDD (勿論 3D の意味ですが) 等々のお話がありました。そこで先生が私に強調されたのは、先生のホログラフィーに関する研究の主目的は、あくまでも立体映像の創出であるとの事でした。そして、先生は今日ラボで見てきたステレオ(二眼)ディスプレイの研究の遅れを嘆いておられ、「君が見た通り“primitive”(原始的？幼稚？)すぎる。君の進めている究極のステレオディスプレイの研究開発をラボでやってくれないか？」と言われました。先生いわく、MITは大学教官経験者にはとても“Warm hearted”に対応するので、メディアラボの教授にならないかという事でした。雇用形態はどの様にでも合わせるが、条件はボストンまたはその近郊に居住する事で、研究資金の提供者たちはそれを要求するとの事でした。実は当時私は、G-7 パイロットプロジェクト(日米遠隔通信先端実験)の成功を機に日本人 2 名と米国人 2 名の 4 名で Sea Phone Co., Ltd. を設立したばかりで、この会社の米国オフィスがノースキャロライナ州にあったのでした。その会社の事と、取締役の一人がステレオグラフィックスで有名な David. F. McAllister で、私の古くからの友人でもあることを、まずベントン先生に説明しました。するとベントン先生は、アメリカにおいてステレ

オ関係者は変な人が多い、そういった人々は大抵少し発明をするとすぐ大金持ちになれるとか、なることしか考えないと嘆いておられました。しかしその中で Prof. McAllister はステレオ分野で初めて数学的アプローチをしたアカデミックな人物であり尊敬もしていると褒め称えました。先生は私の話を途中でさえぎらず最後まで聞いてくださり、いつも笑顔でとてもゆっくり話をされ、また褒め上手でした。また “Warm hearted” をとても多用されていました。先生の人柄に魅了されながら程よい酔いに包まれる事数時間、結局私は「私個人としては前向きに対応したい。」と言う結論に至りました。

ベントン先生は既にMITの人事に対応されていて、私がローリーNCに帰った時にはMITの人事担当からe-mailで幾つかの雇用に関するオプションが届いていました。約1ヶ月悩んだ末、先生にはとても申し訳なかったのですが、当時の諸々の事情でお断りする事になりました。その際にも、先生からは「会社を創ったばかりで大変な時期だから仕方が無いね。」とだけ言っていました。



ケネディー大統領夫妻専用の席

悲報

その5年後、先生が故人になられた事を、日本で知りました。
悲しさと寂しさと、心残りと言うか忘れかけていた申し訳無さが一度に私を襲いました。

そして、今

数年前3Dブームの頃、私達3Dの専門家の多くは少なからずその家電の3D表示方式のレベルの低さを冷ややかな目で見ていました。今回、ベントン先生を回想するにしたい、もし先生が生きておられたら、きっと“Warm hearted”に対応されていたに違いないと感じました。そして3Dブームが去った今、この10年私は何をしていたのだらうと思います。15年前、ベントン先生と語り合った究極のステレオディスプレイや、先生の3Dに対する究極のテクノロジーの創出という熱意や、それに携わる人々に対する先生の誠意が、先生没後10年のこの節目に改めて思い出されました。

そして私の記憶の中の先生は私が近年忘れかけていた3Dに対する熱意とその頃抱いていた高潔な志を呼び覚ましてくれました。先生の志を未来に繋ぐため、私は私が今できる事を新たに始めます。

終わりに

「有り難う！ベントン先生。」

謝辞

ベントン先生の10周年の回想(ベントンメモリアル)に私と私から見た先生の思いを述べる機会を与えてくださった、橋本 信幸(HODIC会長)、羽倉 弘之(三次元映像のフォーラム:代表幹事)両氏に心より感謝いたします。

ベントン先生との出会いと動画ホログラフィ

[液晶表示素子から液晶光学素子へ]

シチズンホールディングス（株） 開発部

橋本 信幸

hashimoto@citizen.co.jp



液晶TVの開発と動画ホログラフィへの発展





LCTV (1984 in market)

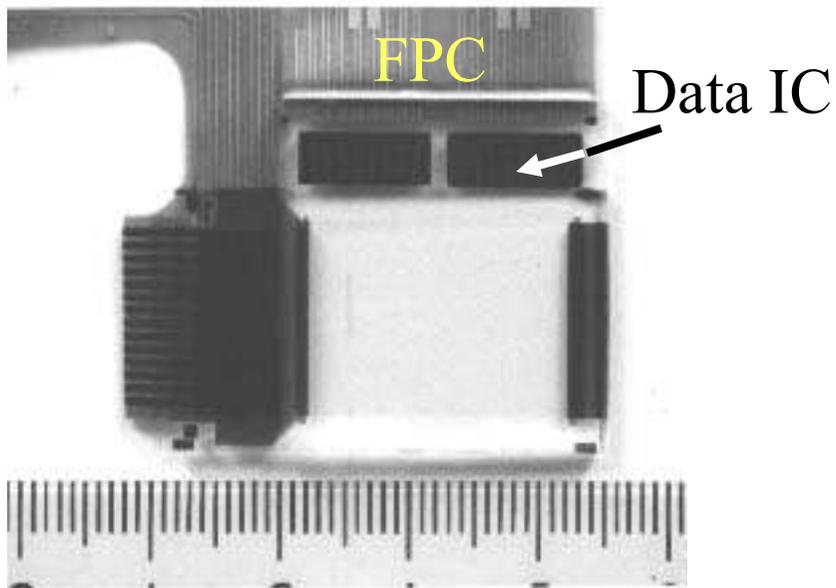
146 × 122 (370 × 340 μm)



Reconstruction of CGH using LCTV

F. Mok., et al Opt. Lett (86)

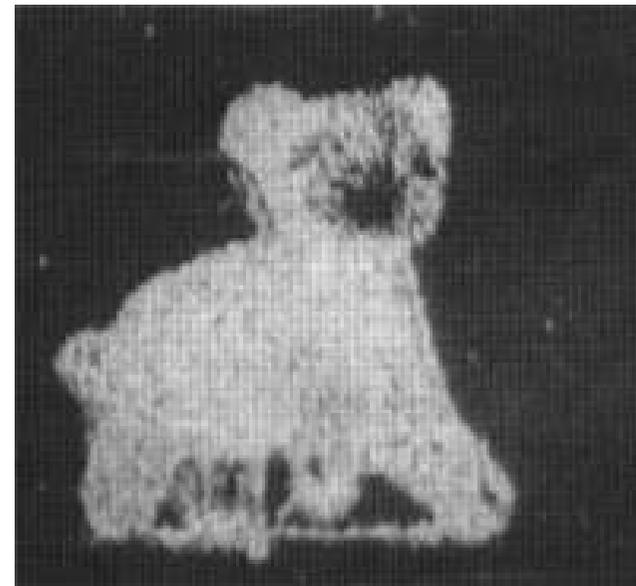
左は入社して最初に関わった液晶TVで1984年に米国で発売。
それを分解してインコヒーレント・コヒーレント変換の画像入力素子や
CGHの表示素子としての論文が報告された。
右はカリフォルニア工科大のグループにより報告されたCGHによる
円環(平面画像)の再生像。



10 mm

LCTV-SLM (Transparent)

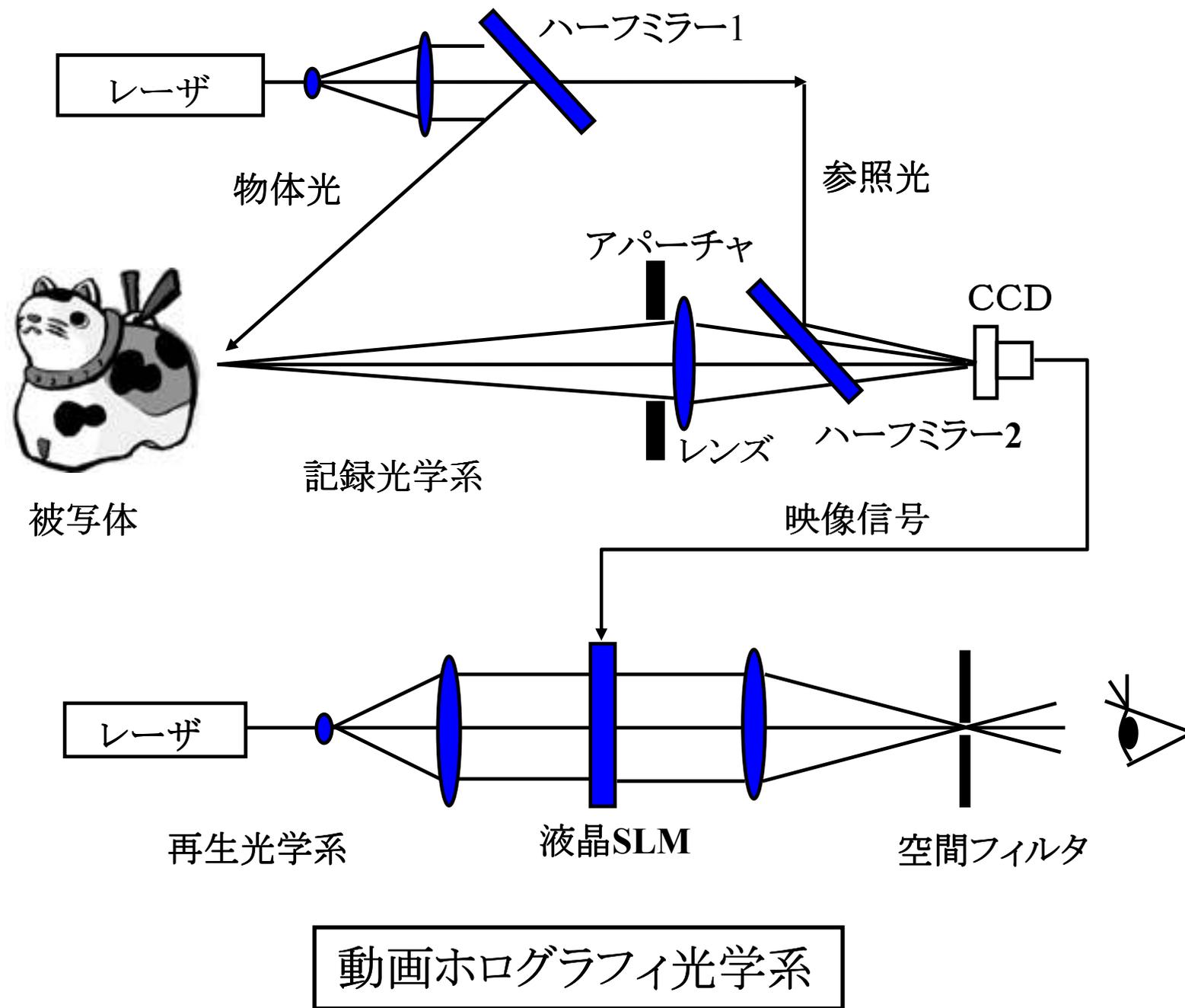
640 × 240 (30 × 60 μm)

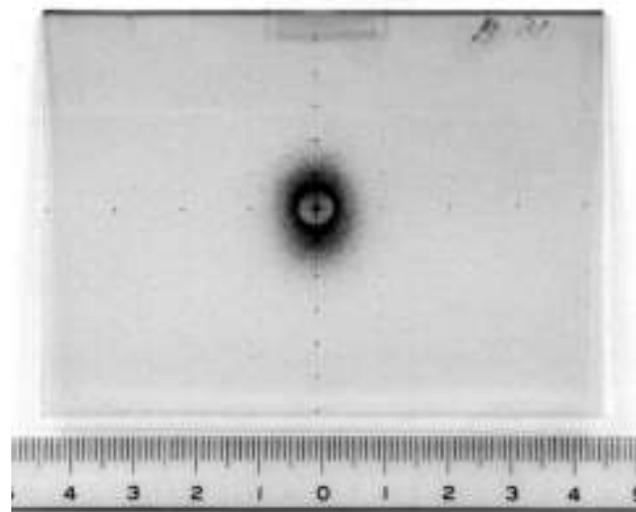
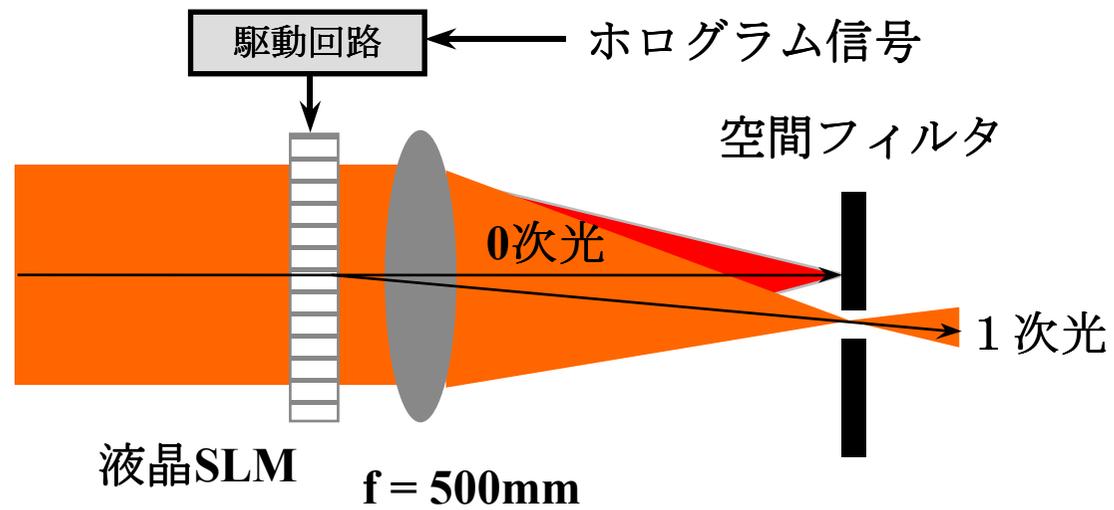


Holographic 3D image

Hashimoto et. al SPIE 91

我々は独自に高精細な液晶空間光変調素子を開発し、3D物体の動画ホログラフィ(ホログラフィTV)のデモを行った。



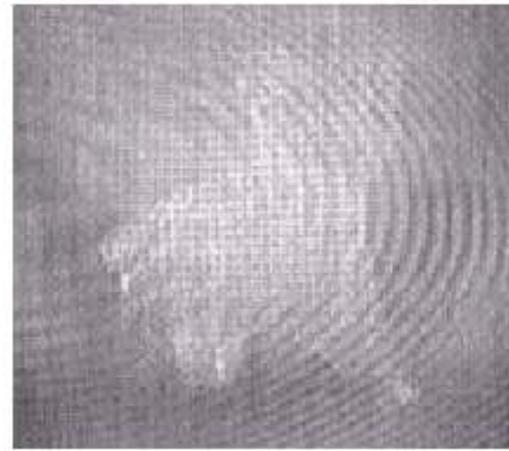


空間フィルタ
(液晶素子のスペクトル)

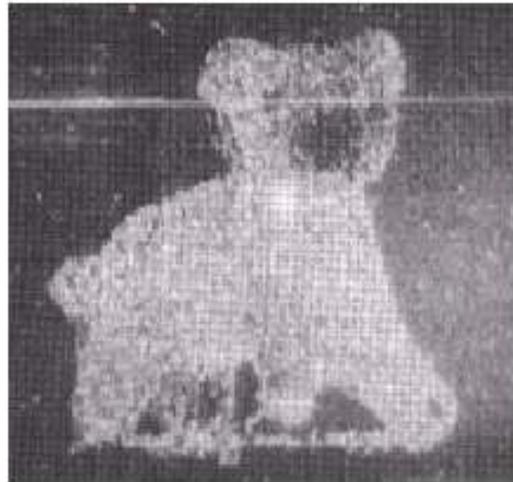
再生光学系と空間フィルタリング



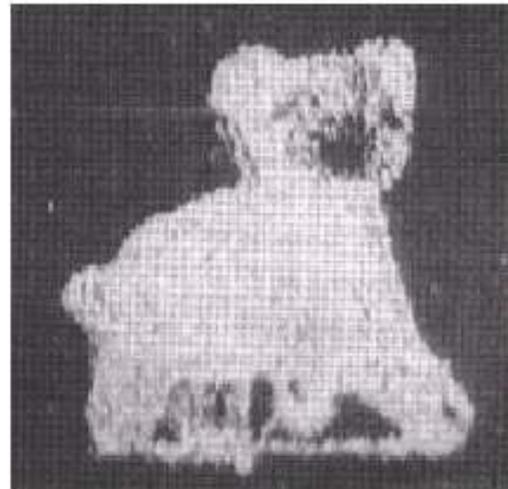
(a) 物体



(b) 干渉縞



(c) 位相型再生

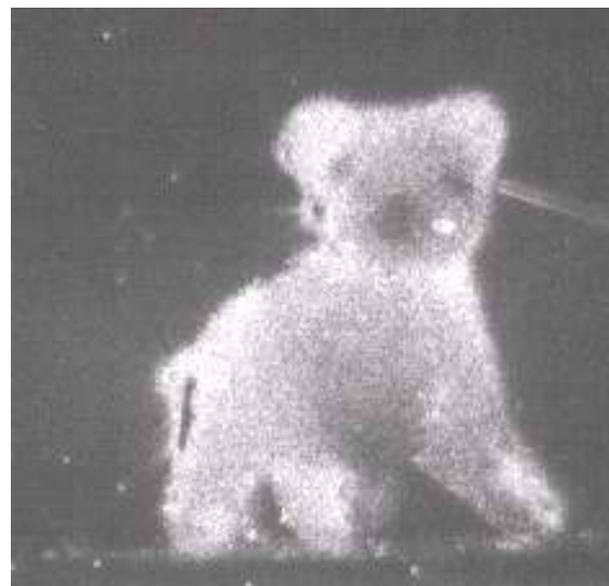


(d) 振幅型再生

高精細アクティブマトリクス液晶によるホログラムの再生



液晶ホログラム



光学ホログラム

ホログラムのスペクトル設計値

搬送空間周波数	8×4 lp/mm
帯域幅(片側)	13 lp/mm
最大空間周波数	21×12 lp/mm
表示可能周波数	17×8 lp/mm

同一のスペクトルを持った液晶と写真乾板によるホログラムの比較



ホログラフィーは光の干渉を利用して、立体像を記録、再生する方法。物体にレーザー光を当て、反射してきた光と、元の光を干渉させ、できた干渉縞をホログラムとして記録。これに再びレーザー光を当てると立体像が再現する。

ホログラフィーはすでに立体像再生の技術として広く利用されている。しかし、基本的には写真技術のため、動く実画像を連続的に記録、再生するのに必要な即時性がなかった。

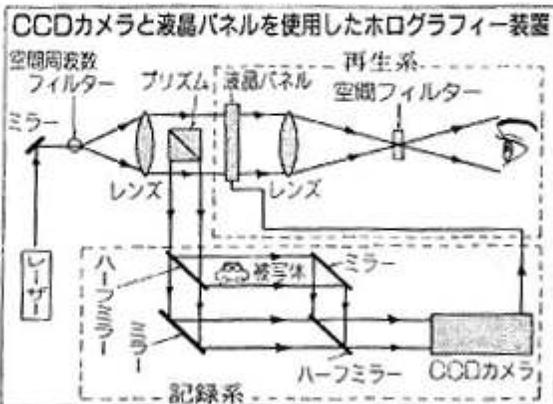
シチズン時計技術研究所の橋本信幸研究員のグループは、物体にレーザー光を当て、反射した光と元の光が干渉してできた干渉縞をビデオカメラなどに使われている固体撮像素子のCCDカメラで記録。その画像を高密度で微細画素の液晶パネルに伝送、再生した。干渉縞が再生された

ホログラフィーに新技術

即時に立体像を再生

高密度の液晶表示板を使い、ホログラフィーによる物体の立体像をほぼ撮像と同時に再生することにシチズン時計のグループが成功、このほど米国サンノゼで開かれた国際光学学会で発表した。将来的には立体メガネなどを用いない立体テレビの開発にも道を開く技術として注目を集めている。

記録——CCDカメラ
再生——高密度の液晶板



シチズン開発

透明な液晶ホログラムに、再びレーザー光を当てると、ホログラフィー像が再現できる仕組みだ。

この方式でできるホログラフィー像は、液晶の応答時間の0・0六秒だけ実画像に遅れるが、ほぼ即時の再生が可能だ。

グループが使った液晶表示パネルは、同社が独自に開発した世界最高クラスの微細なもの。縦十四ミ、横十九ミのパネルに、約十五万画素(ピクセル)が詰まっている。一つの画素は縦が一千分の三十ミ、横が一千分の六十ミの大きさ。

しかし、これでも精密なホログラフィー像を再生するには画素が粗すぎ、表示されるホログラフィー像はかなり粗い画像になってし

まろ。

このため、研究グループでは液晶の画素を現在の技術の限界とみられる縦横一千分の一・五ミ程度にまで小さくし、現在の約一千倍もの密度の超微細画素の液晶パネル作りに挑戦することになっている。

こうした超微細画素の液晶パネルが開発できれば、現在、クレジットカードなどに使われている程度のリアルなホログラフィー像をほぼリアルタイムに再生できるようになる。

橋本さんは「この技術が確立すれば、立体映像を電



実験室でできた犬の形をした物体のホログラフィー像(シチズン時計提供)

朝日新聞91年6月に紹介された記事

思い出の写真

CITIZEN
CITIZEN HUMANSITECH



1992年7月4日 京都映画村にて

コンコンナム、ホログラフィックディスプレイ研究会、3Dフォーラム



1992年の動画ホログラフィ研究会



1993年 シチズン時計技術研究所(当時)での講演



1996年 ナードクラブ(所沢航空記念公園)

液晶表示素子から液晶光学素子へ
光ピックアップ、レーザプリンタへの応用



液晶**表示**素子

(1960年代に時計用表示として開発開始)

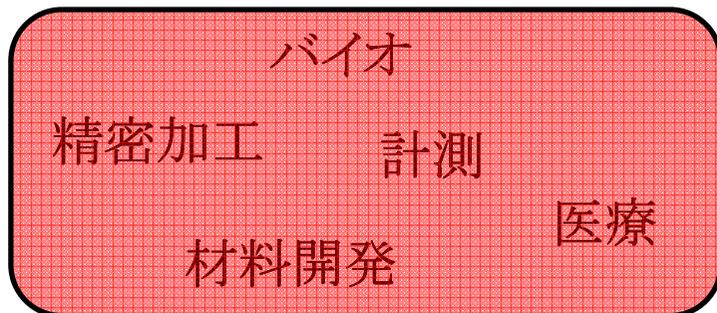
既存設備・技術の受け継ぎ
+コア技術(波面制御)の付加・蓄積

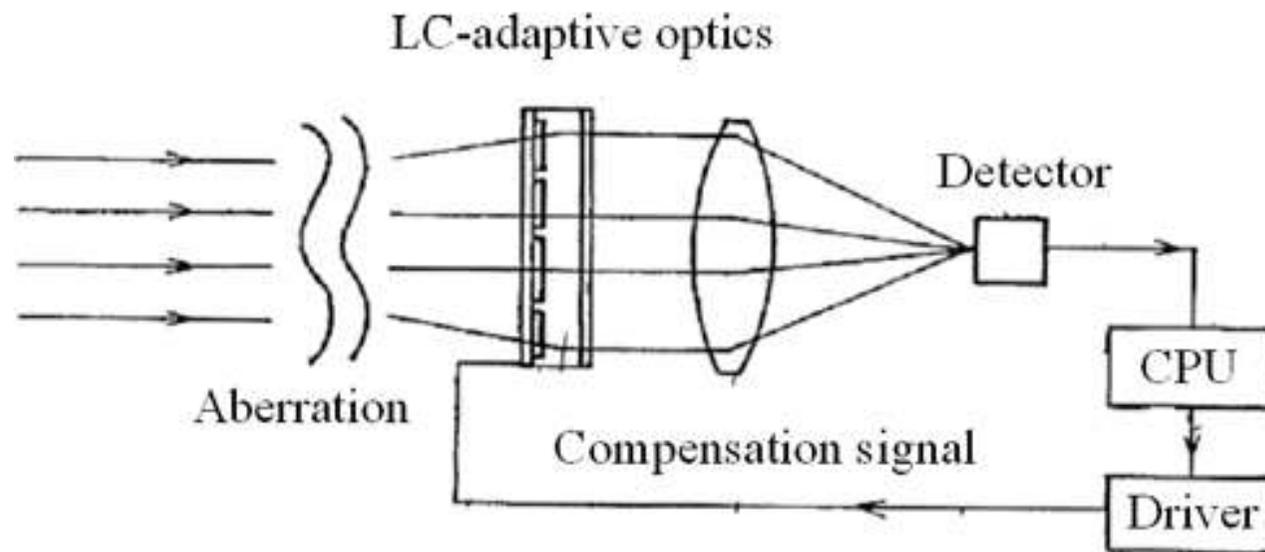


液晶**光学**素子

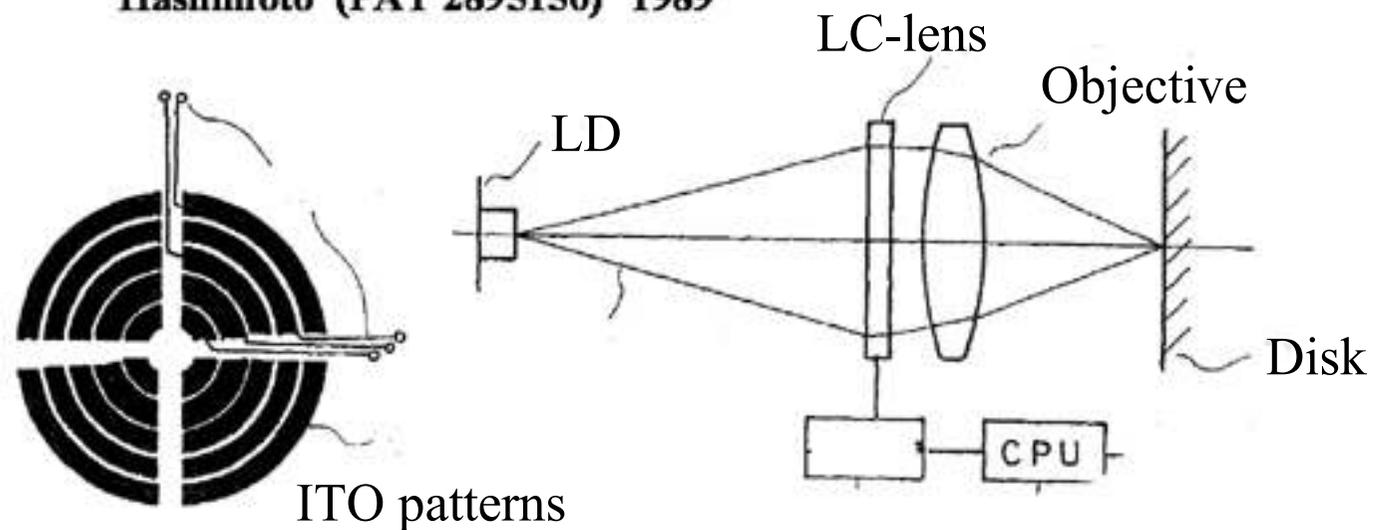
(1990年代に光情報処理用素子として開発開始)

光ピックアップ レーザプリンタ用
光学素子として2000年から実用化



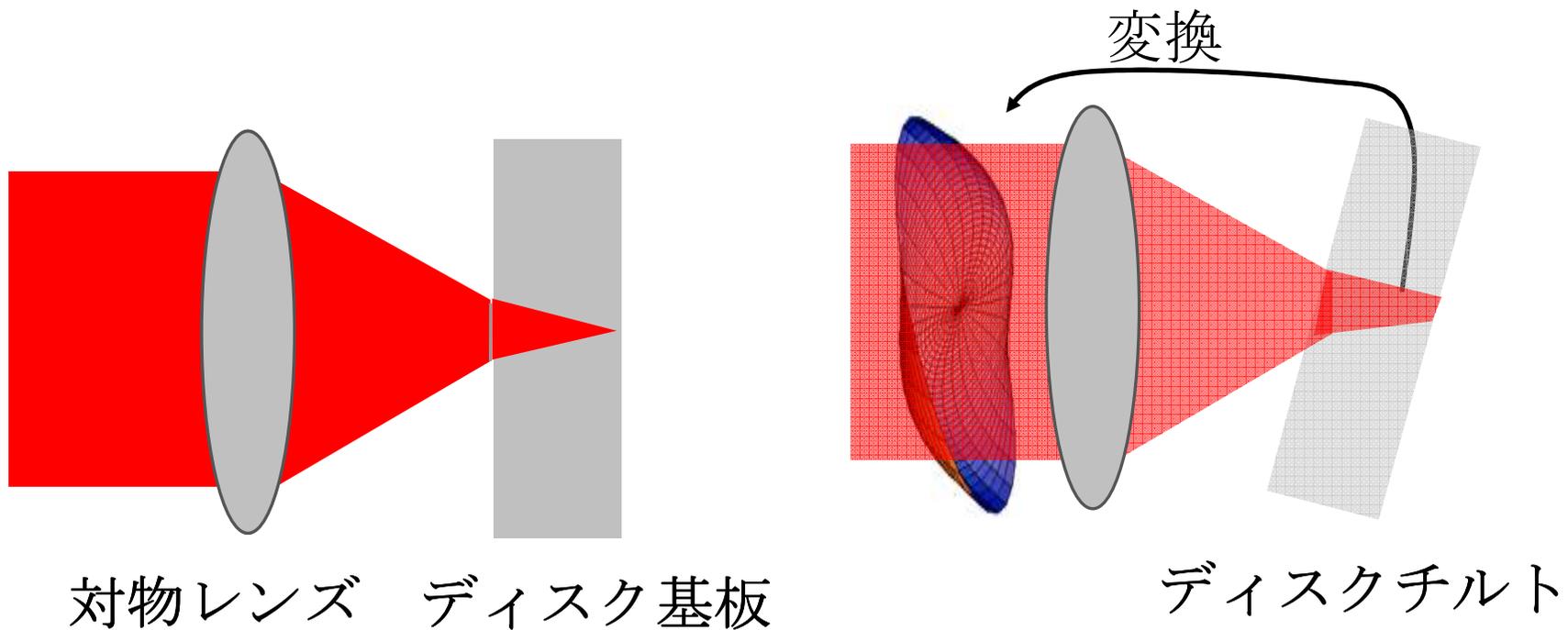


Hashimoto (PAT 2895150) 1989



Hashimoto (PAT2651148) 1987

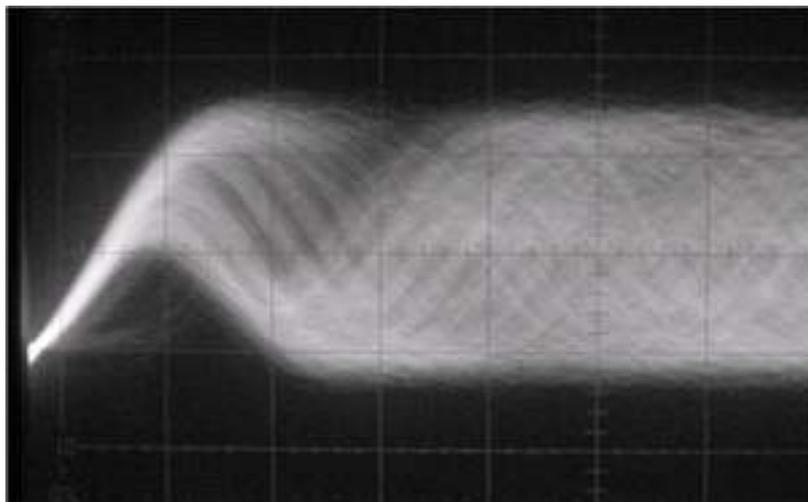
液晶素子の補償光学、光ピックアップへの適用特許



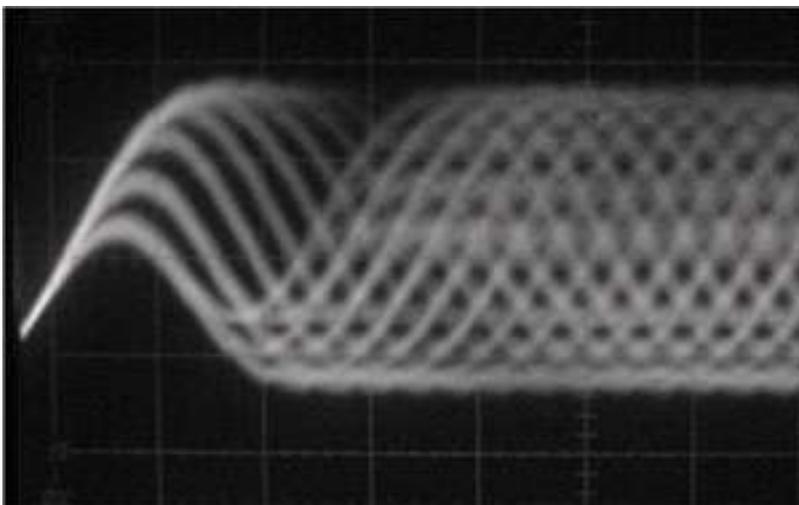
$100m \lambda rms/deg.$ (DVD:NA=0.65, $t = 0.6mm$)

DVDではディスク基板が1度傾くと約 $100m \lambda rms$ の3次コマ収差が発生する。入射瞳面で相殺波面（位相）を発生させれば収差補正可能で補償光学の一種といえる

ディスクチルトと3次コマ収差

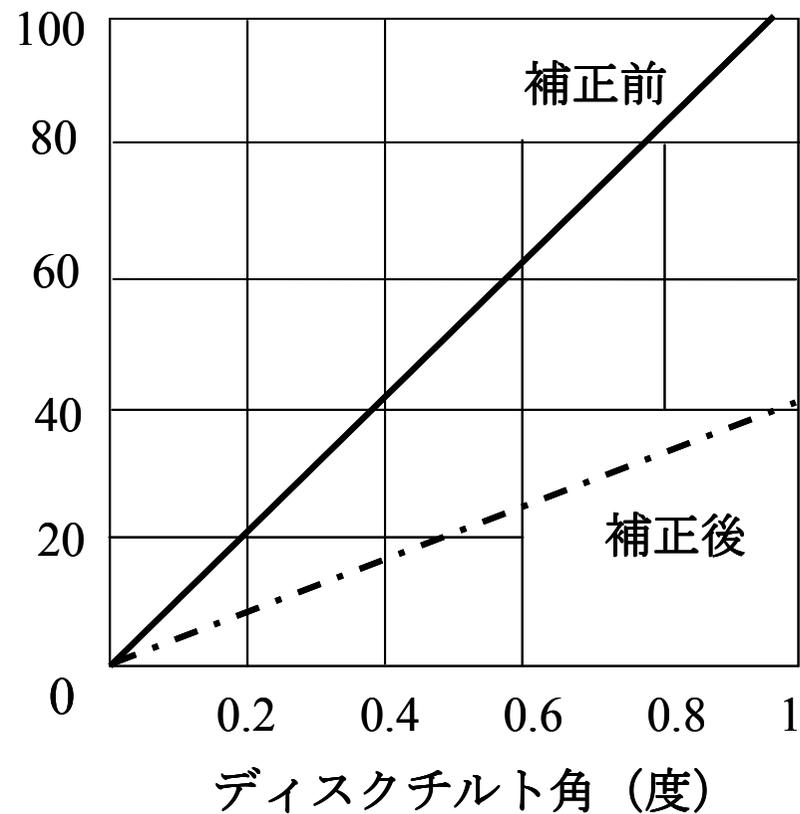


スキュー1度 液晶チルトサーボオフ



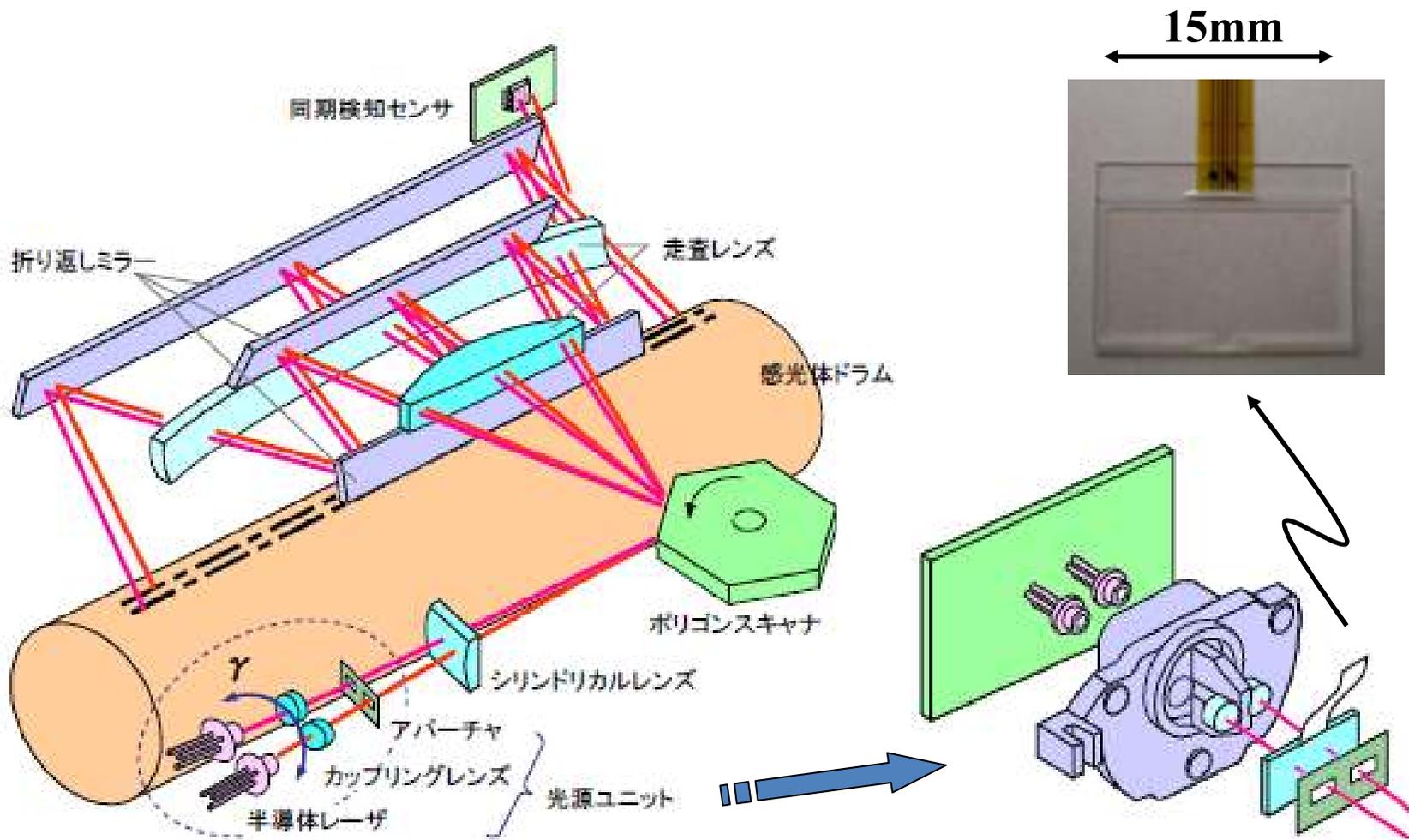
スキュー1度 液晶チルトサーボオン

波面収差 (RMS)



DVD NA:0.65, t = 0.6 mm

DVDのRF信号波形(アイパターン)

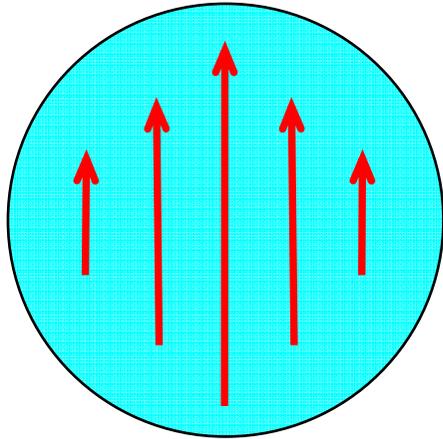


解像度切り替え用液晶偏向（プリズム）素子

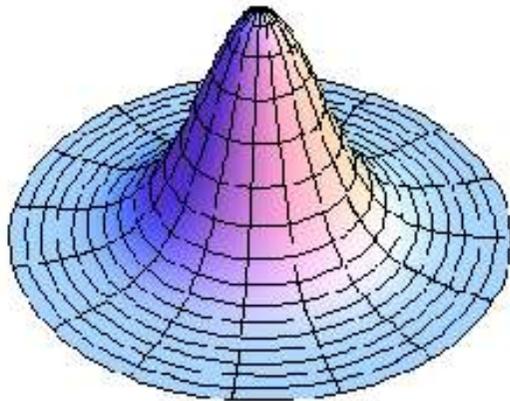
リコー技法No.36 (2010)より

液晶光学素子のバイオイメージングへの応用





直線偏光

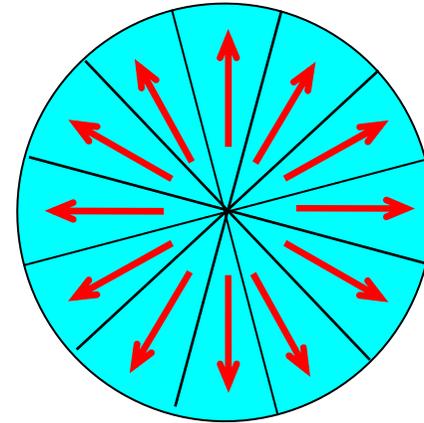


ガウス強度分布

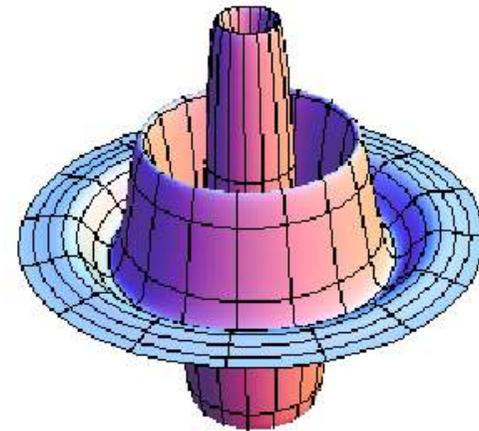
従来



液晶で電氣的に
切り替え



ラジアル偏光



高次ガウス強度分布

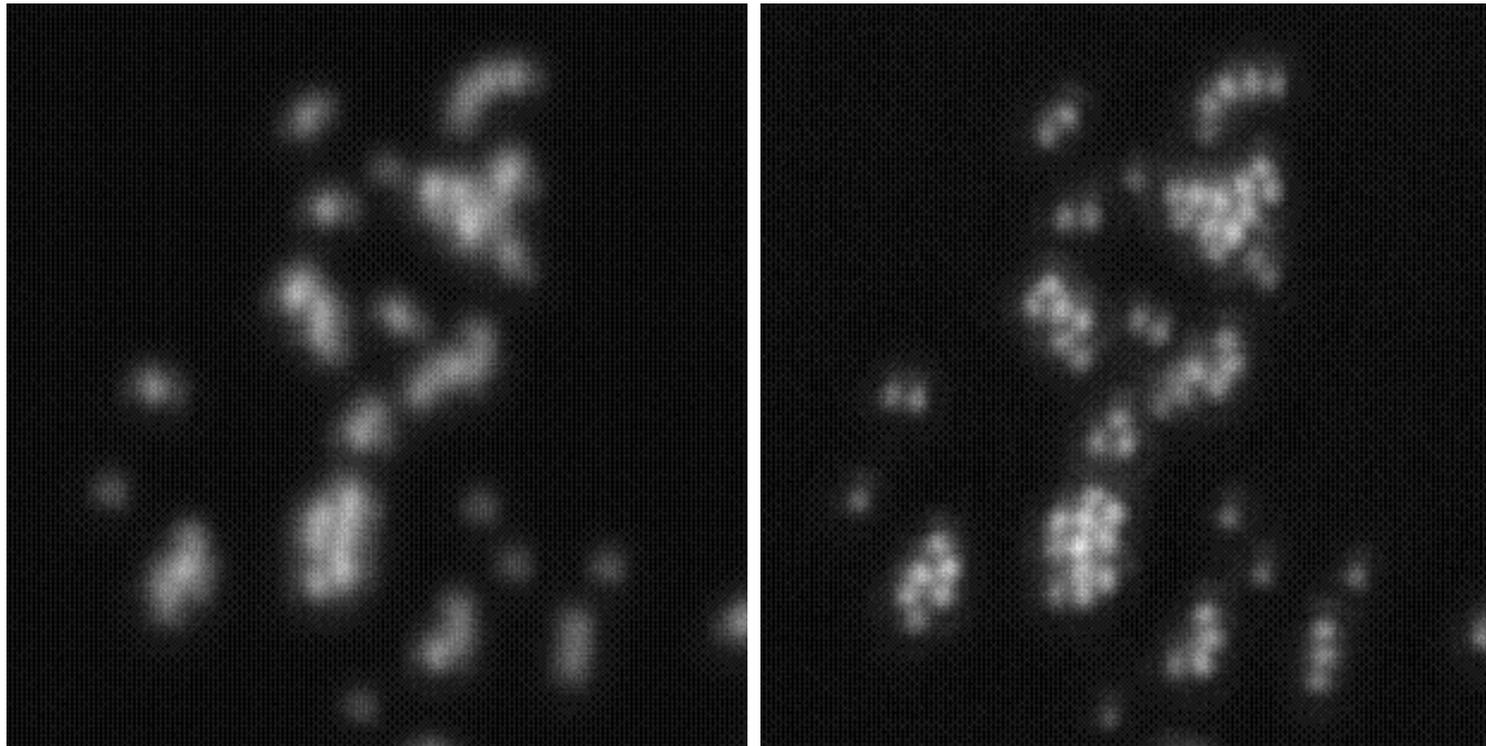
本研究

観察例

試料: 標準蛍光ビーズ(粒径173nm)

レーザー波長: 473nm

対物レンズ: NA1.2



Reyleigh limit

$$0.61 \frac{\lambda}{NA}$$

≒ 240nm



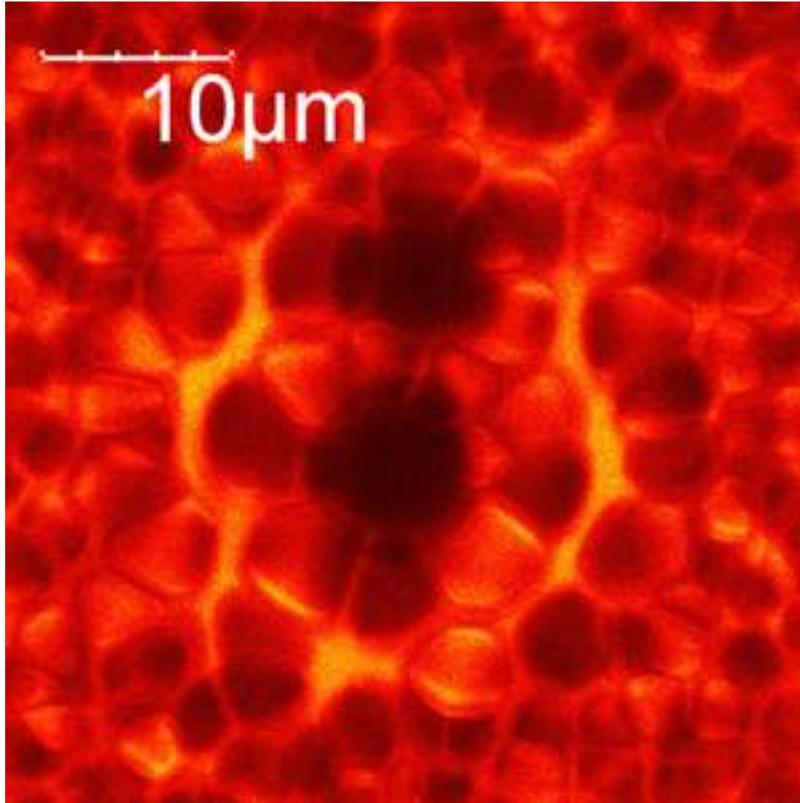
≒ 170nm

回折限界
を超えている

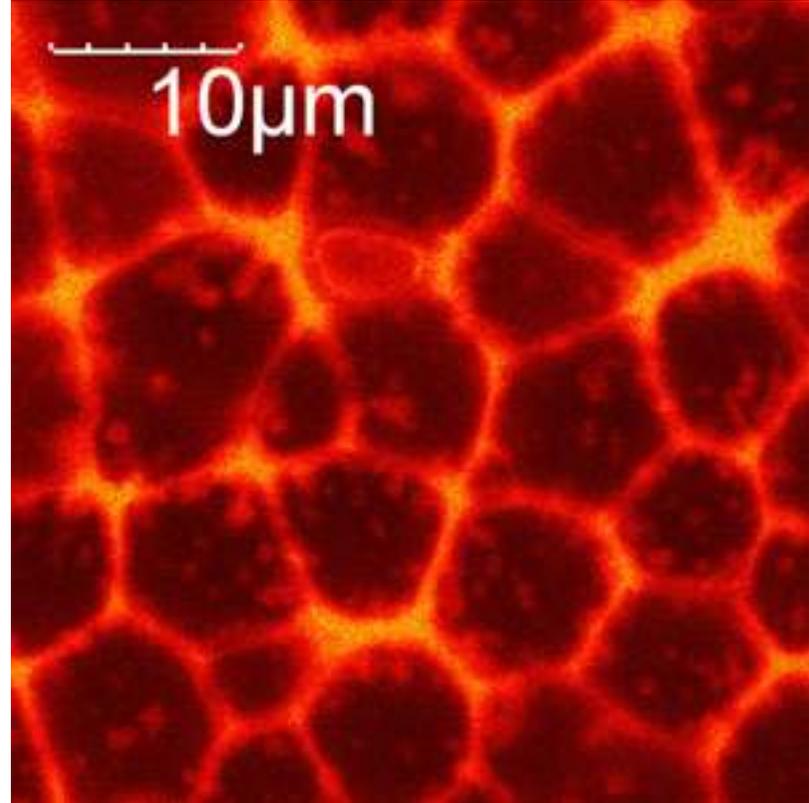
液晶ラジアル偏光高次ラゲールガウス光生成素子による超分解

北大・生体物理(根本研)、東北大・多元研(佐藤研)との共同研究による

Z 偏光の利用



X 偏光



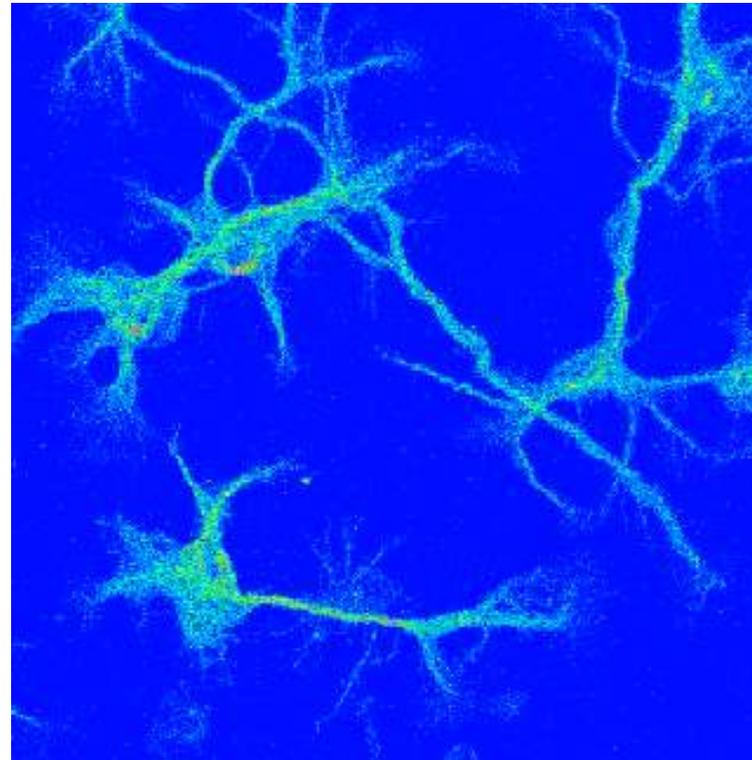
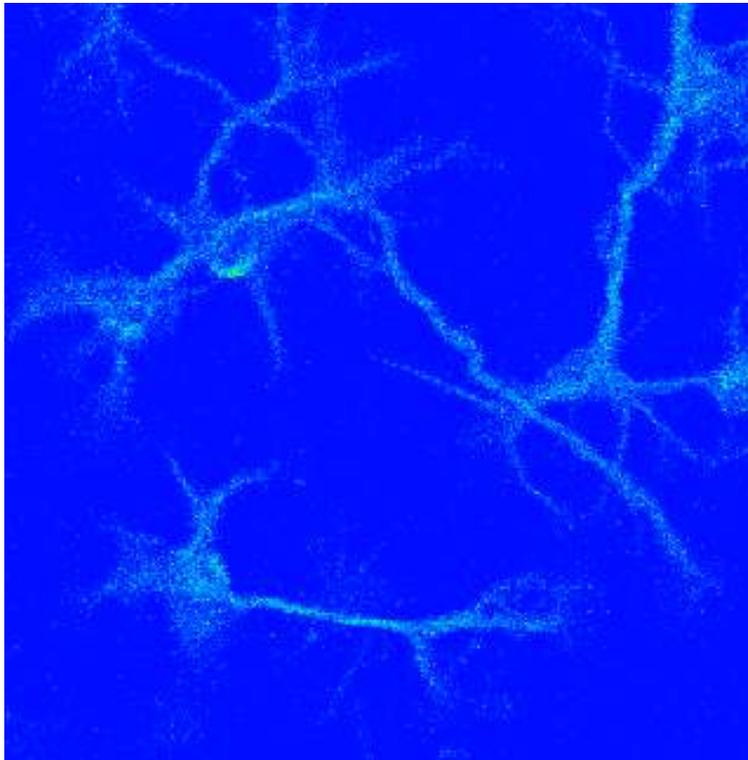
Z 偏光

レーザーSHG顕微鏡による高分子分散液晶の観察

北大・生体物理（根本研）、東北大・多元研（佐藤研）との共同研究による

神経細胞
マウス 大脳皮質
微小管(チューブリン)
蛍光色素:アレクサ488

液晶収差補正



生体試料の観察 (NA:1.2 170mm深部)

北大・生体物理(根本研)、東北大・多元研(佐藤研)との共同研究による

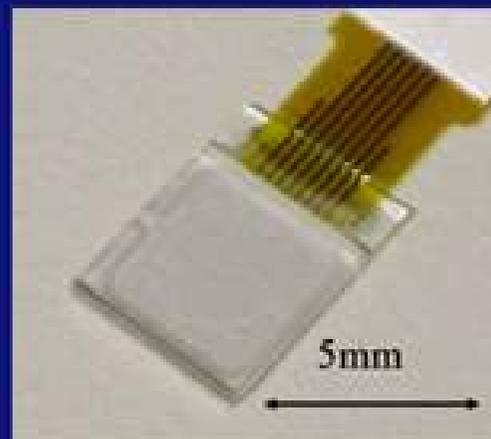


Thank you !!



CITIZEN

Micro HumanTech



スペイシャルイメジンググループ の研究とその後の展開

日本大学工学部応用情報工学科

教授 吉川 浩

ベントン先生との思い出

- 1988年11月に日本大学で講演された
- 1988年12月よりMITメディアラボ客員研究員として渡米
- 各種光学ホログラムの撮影法を習得
- ホログラフィックテレビジョンの干渉縞計算を担当
- 日本大学創立百周年記念ホログラムの作画担当. Macでデザインした初のHS



- Research affiliate at Media Lab (1988-1990)

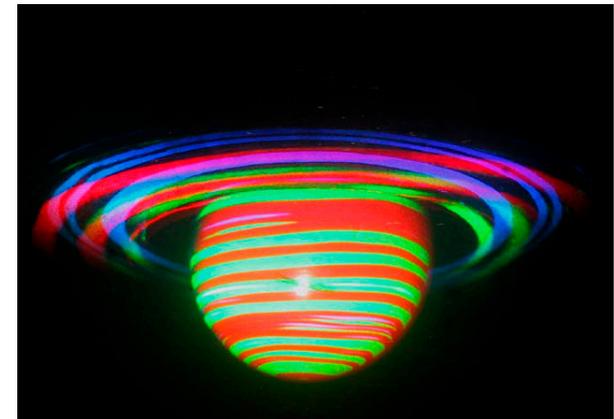
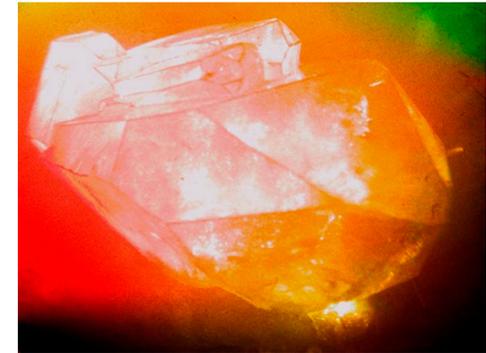
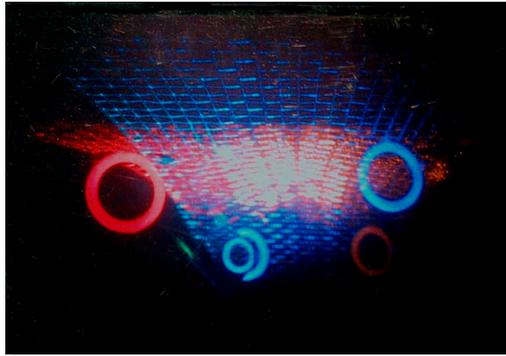
利根川教授とのランチ



Course (講座)

- Synthetic holography
 - フーリエ光学／CGH／ホログラフィックステレオグラム／実践的HS／像の投射と伝送
- Holographic Imaging
 - 実習中心．種々の光学的ホログラムの撮影・現像処理・再生などの理論と実践
- Creative holography Workshop
 - 作品を作るための理論と実践

Creative holography + 百周年



スペイシャルイメジンググループ

- ホログラフィを中心に3次元表示技術をコンピュータの出力として利用する方法を研究
 - ホログラフィックビデオ
 - ホログラフィックステレオグラム
 - エッジリット(照明)ホログラム
 - アルコーブホログラム

HoloTV Project (Prof. Benton)

- 1968 Start research at Polaroid
Inventing “Rainbow hologram” to reduce information quantity
- 1986 Start research at MIT Media Lab.
Studying suitable high resolution devices and information reduction
- 1987 US WEST became a sponsor
Proposed AOM method

HoloTV Project (Prof. Benton)

- 1988 Building AOM prototype
Computation on CM2
- 1989 Mk I display operates Real-time with CM2
- 1990 Hi-res with three AOMs
- 1991 CGH with solid model
and holographic stereogram
Fast computation (Table look-up)
- 1991 Full-color Interactive system
- 1992 Mk II, Jumbo display (5", 36MB)



- Team HoloVideo (1989)



- Connection Machine 2

最近の動向

- Media Lab でのホログラム研究
- 書籍「Holographic Imaging」
- International Symposium on Display Holography 2012 @ MIT Media Lab
- フリンジプリンタの開発

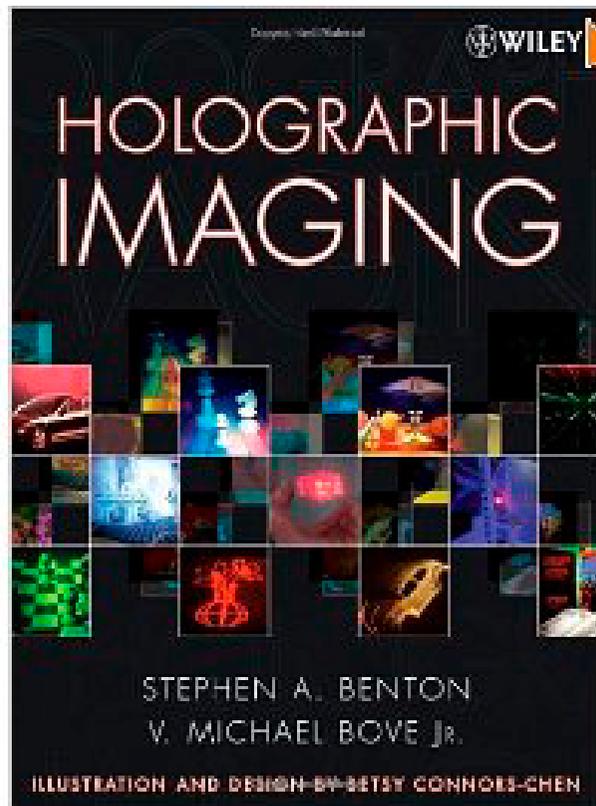
Michael Bove 博士のグループ



MIT mark III display

- 低価格で実現
- SDTV, 視域25度, 像サイズ80mm, 30 fps
- 必要な帯域は 1 GHz
- PC用高性能グラフィックカード
 - RGB2系統(6チャンネル)
 - 画素クロック400MHz(帯域200MHz)
 - 200MHz x 5 + 垂直走査

Holographic Imaging



- Benton教授の遺稿をBove博士が中心になってまとめる
- Wiley-Interscience; 初版 (2008/4/14)
- 初歩から最新の研究成果まで

ISDH 2012



フリンジプリンタ

- ステレオグラムでなく干渉縞を記録
- 構想はメディアラボ滞在中
- ポイント記録方式は複雑なのでパッチ式に
- メディアラボも類似の方式の研究を開始
- 反射型体積ホログラムの記録方式も提案



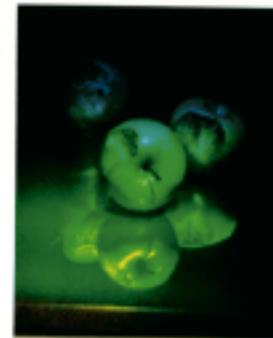
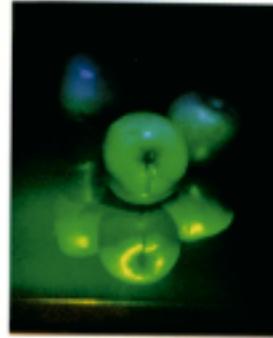
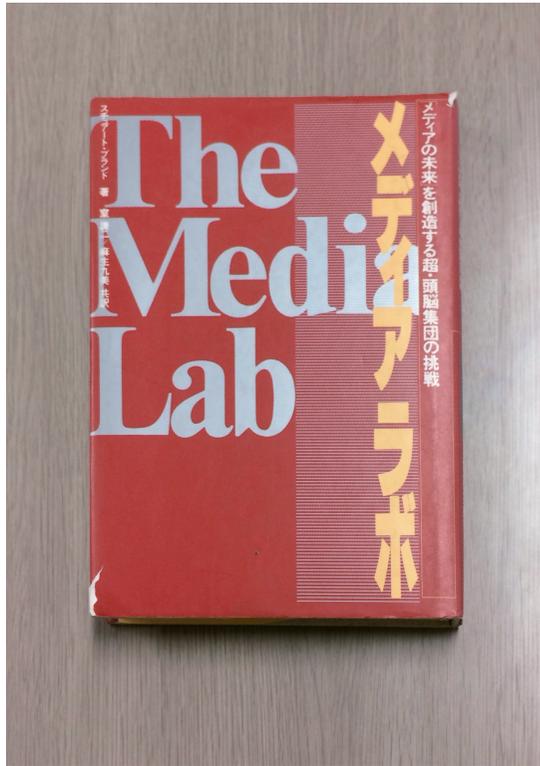
むすび

- MITミュージアムではホログラムの展示だけでなく, HoloTVの展示も
- メディアラボではホログラムの研究を継続
- 吉川浩もホログラムの研究を継続

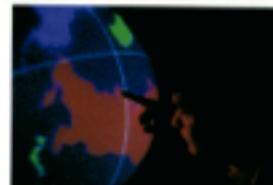
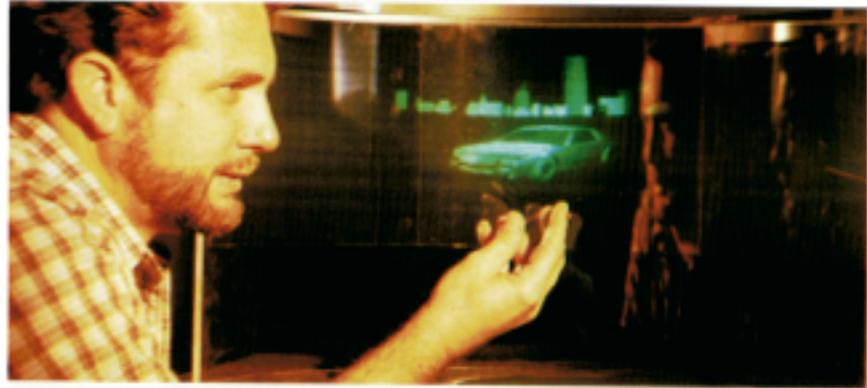
電子ホログラフィの発展と展望

ホロビデオ Mark-I から始まった

北海道大学 情報科学研究科
坂本 雄児



〈写真志〉 この林檎のホログラムを顔を横に動かして見ていくと、林檎がだんだんと芯まで食べられていくように見える。時間的変化が一枚のホログラムに刻み込まれている。メディアラボのホログラフイー研究の責任者はスティーブ・ベントンで、彼の開発したホログラムは、クレジットカードに印刷されて、世界中に広まっている。



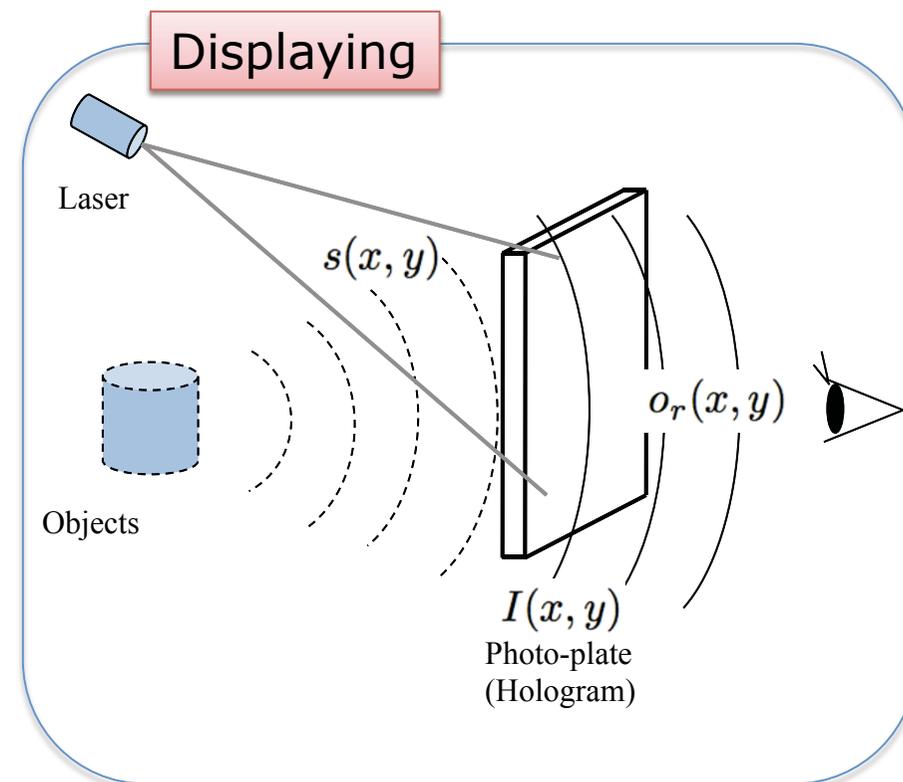
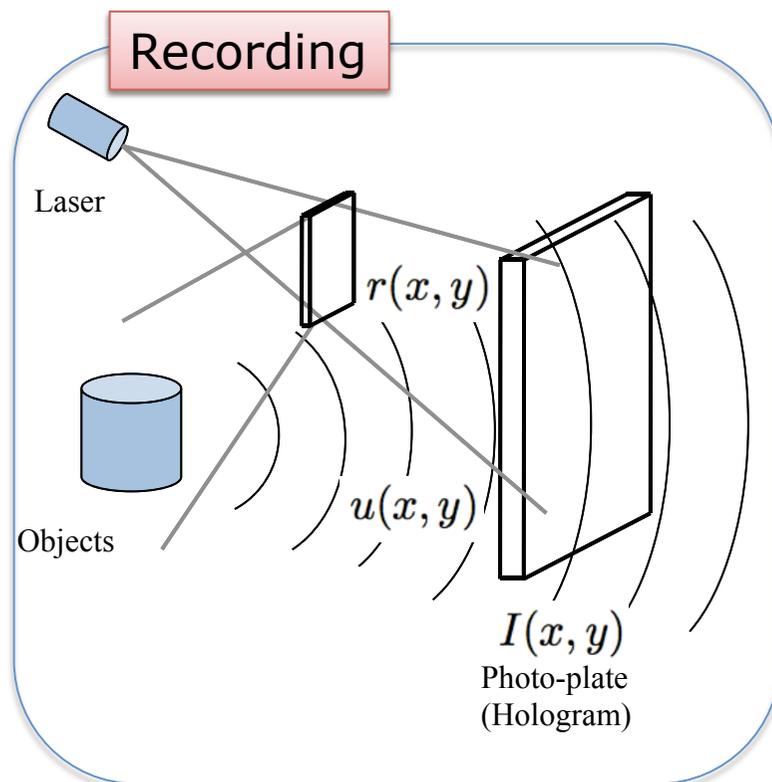
〈写真上〉 X線、CATスキャンなどの医療データから作りだされるホログラフイーのイメージは、医学的な診断に役立つことが見込まれている。これはハーバード大学医学部のピーター・キシュウスキー教授によって得られた、女性の大腿骨と骨盤の関節のCATスキャンのデータをもとに作られたホログラムである。

〈写真上〉 スペシャル・イメージング・グループで開発中のタッチセンシティブな地球儀。地球儀の表面に触ることで、対話的に、非常に幅広い地理学的情報を表示することができる。

〈写真上〉 ベントン教授の手の上にあるカマロは、世界で初めてつくられた投影型のホログラムである。背景にはボストンの街並みがおかれている。これはGMの依頼によって、新しい車をデザインするときに、粘土でモデルを作るかわりの技術として開発された。立体的に見えるカマロの像は空中に浮かんでいて、触ろうと手を伸ばしても、つかむことはできない。ベントン教授はボラロイドのランド研究所でこのホログラフイーの技術を研究開発した。その過程で多くの芸術家たちといっしょに仕事をを行った。科学者が芸術家といっしょに仕事をこなすという考えは、メディアラボでも活かされている。

ホログラフィの原理

ホログラムには干渉縞として、物体からの波面を記録する



電子ホログラフィ

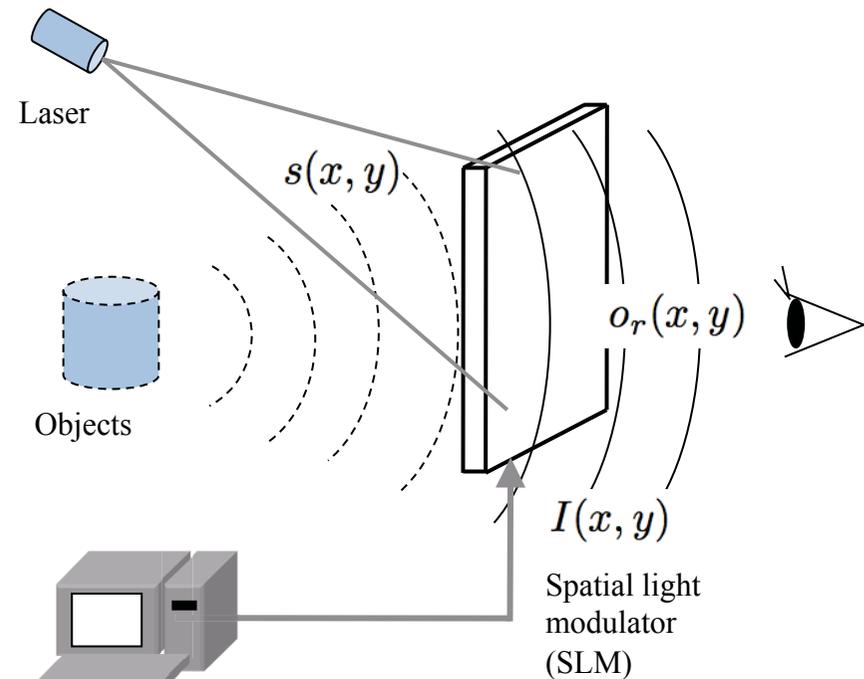
ホログラフィを電子化、通信、編集、記録を電子的に

➤ どのようにホログラムの干渉縞を表示するか？

Spatial light modulator (SLM)
LCD, DMD

➤ どのように干渉縞を得るか？

Digital Holography
計算による生成

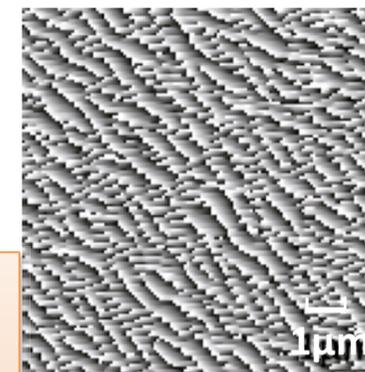


北海道大学大学院情報科学研究科

問題点

ホログラムデータは1mmあたり
2000本の解像度が必要

- 撮影と表示に超高解像度なデバイスが必要
- データ量が膨大でデジタル処理が不可
- 通信量が膨大
- デジタル処理アルゴリズムの理論が未確立



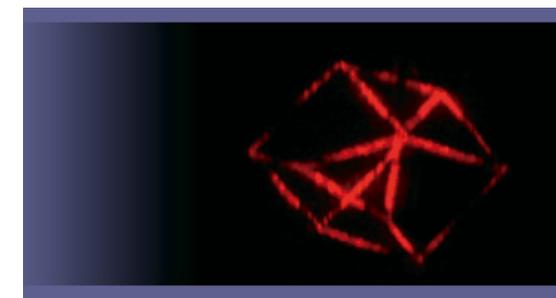
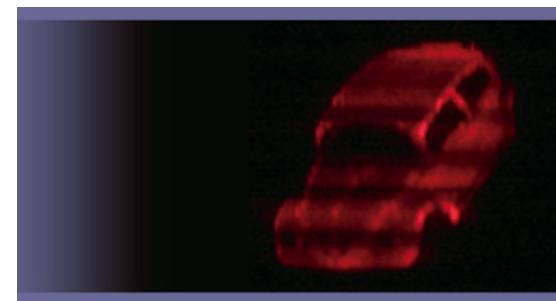
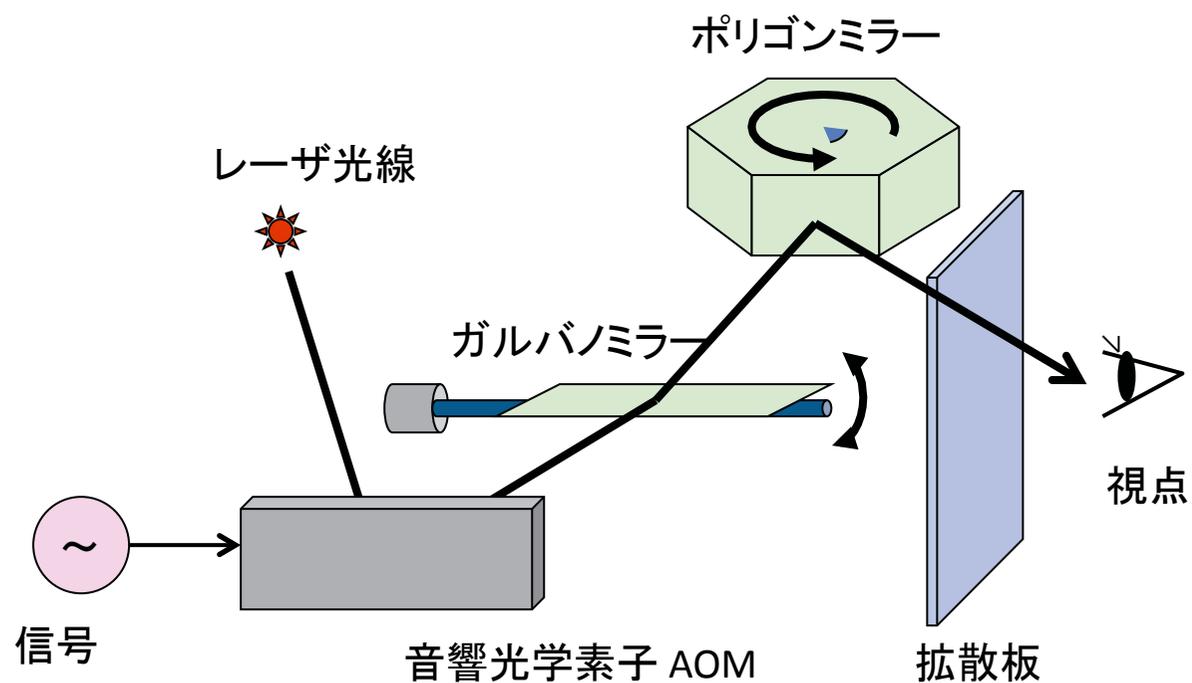
ホログラムデータ

1966 AT&T ベル研究所で伝送実験が行われた
実現は遠い将来と考えられた

ホロビデオ Mark I

1990年代初頭

MIT ベントン博士のグループ
初めて電子的なホログラフィ動画を実現



MIT Media Lab HPより

計算機合成ホログラム

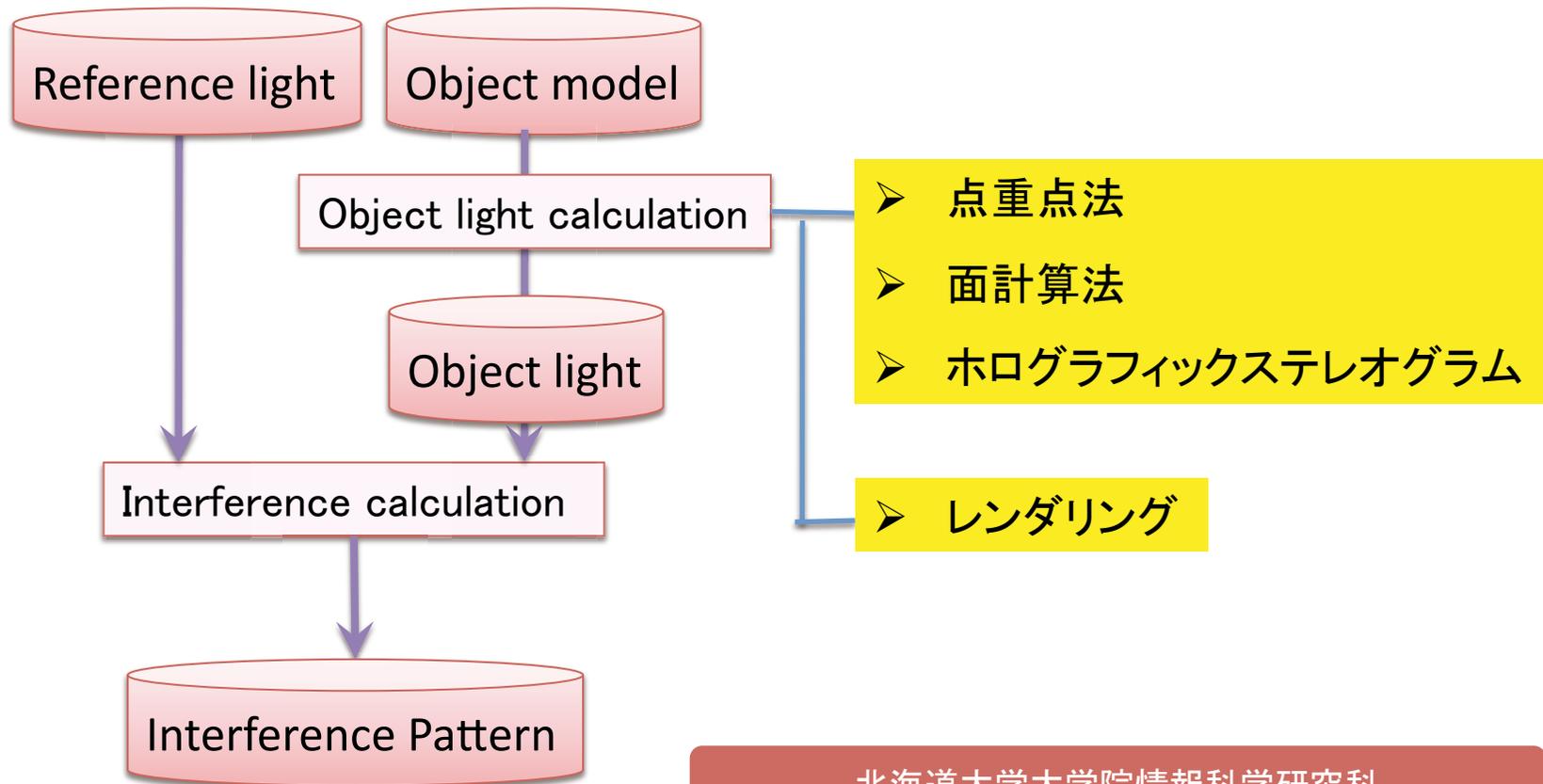
Computer-generated hologram (CGH)

計算によって干渉縞を得る方法

- 仮想シーンの生成
- サイエントフィック・ビジュアライゼーション
- デジタル技術との融合

レンダリング手法

ホログラフィの記録課程を計算シミュレーションすることによって干渉縞を得る



計算機合成ホログラム

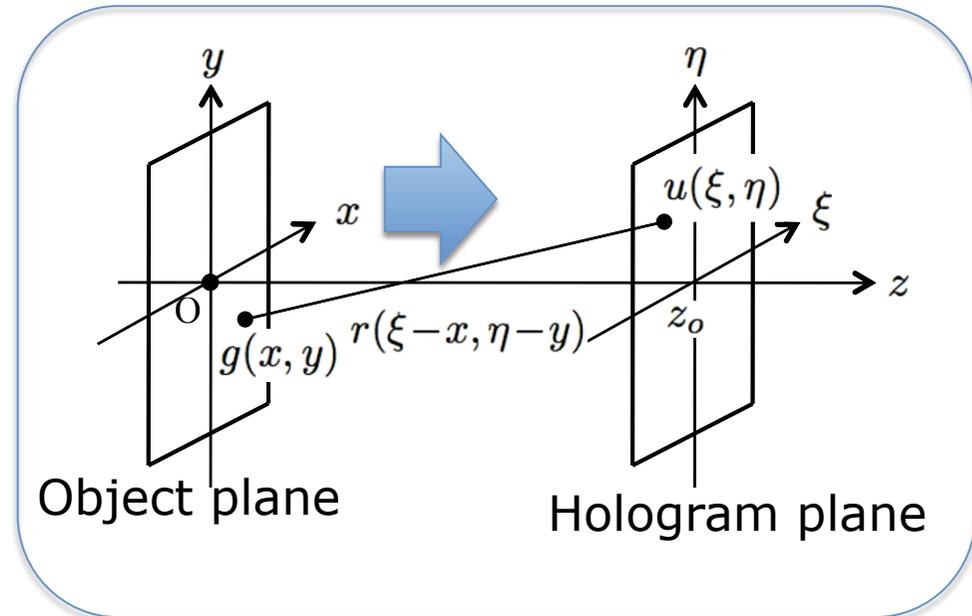
物体からホログラム面への光の伝搬は、フレネル・キルヒホッフ回折積分式で、表される。

$g(x, y)$ 物体面上での
光分布

$u(\xi, \eta)$ ホログラム上での
物体光

$$u(\xi, \eta) = \frac{j}{\lambda} \iint_{-\infty}^{\infty} g(x, y) e^{-jk r} dx dy$$

$$r(\xi-x, \eta-y) = \sqrt{z_0^2 + (\xi-x)^2 + (\eta-y)^2}$$



$k=2\pi/\lambda$: Wave number
 j : Imaginary unit

点光源法

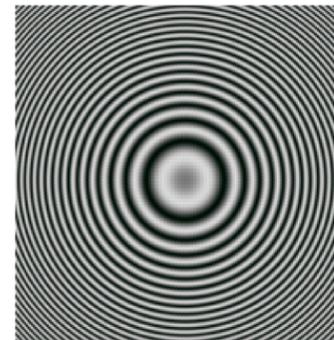
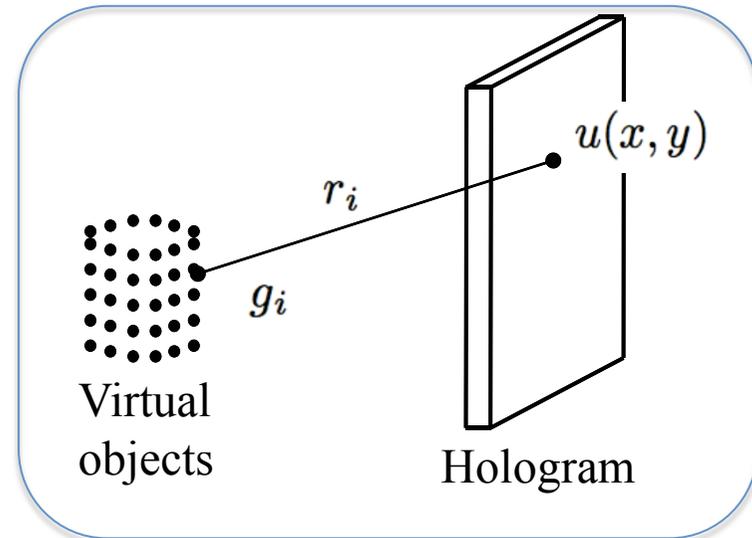
物体を点光源の集まりとして表す。

g_i 点光源の明るさ

r_i 点光源とホログラム上の点の距離

$$u(x, y) = C \sum_i^{N_p} g_i e^{-jkr_i}$$

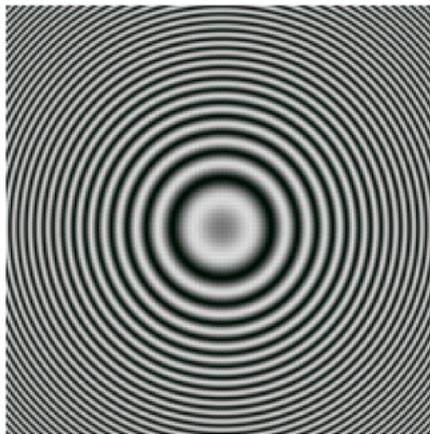
フレネル-キルヒホッフ回折積分の空間的離散化



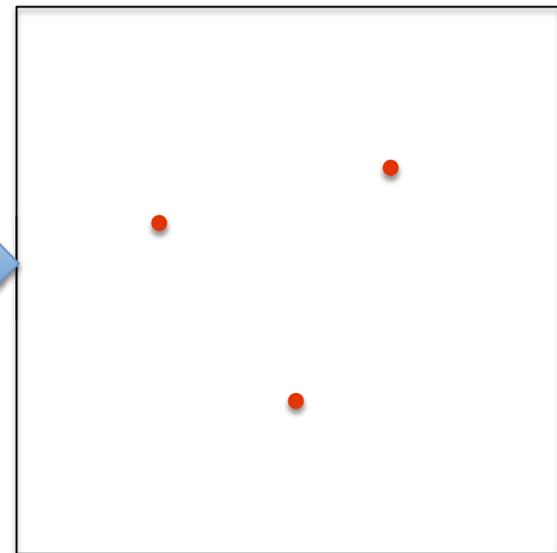
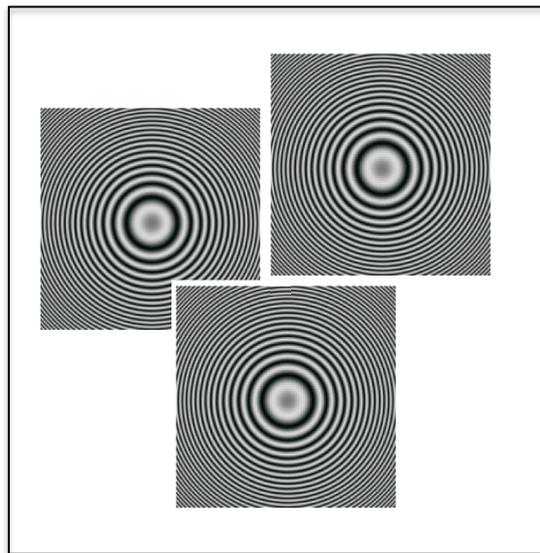
Fresnel zone plate (FZP)

点光源法

物体とFZPの畳み込みによって計算される。



Fresnel zone plate (FZP)



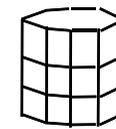
非常に簡単で、広く使われている反面、計算時間がかかる

面計算法 (パッチモデル)

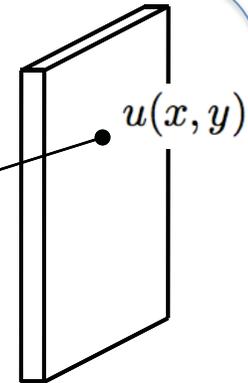
物体の表面が、小さな面 (パッチ) で構成されている

高速計算のための近似

フレネル・キルヒ
ホッフ回折積分



Virtual
objects



Hologram

$$\begin{aligned} u(\xi, \eta) &\approx C \iint_{-\infty}^{\infty} g(x, y) e^{\left[-jk \frac{(\xi-x)^2 + (\eta-y)^2}{2z_0} \right]} dx dy \\ &= Cg(\xi, \eta) * p(\xi, \eta), \end{aligned}$$

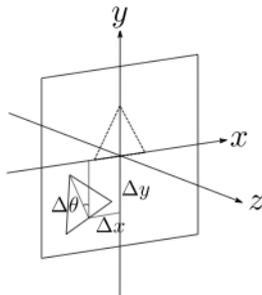
ただし

$$p(\xi, \eta) = e^{\left[-jk \frac{\xi^2 + \eta^2}{2z_0} \right]}$$

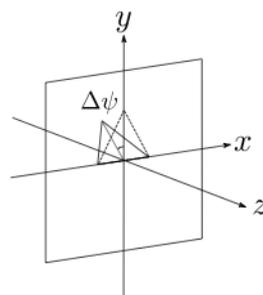
高速フーリエ変換を用いた畳込み (FFT).

面計算法 (パッチモデル)

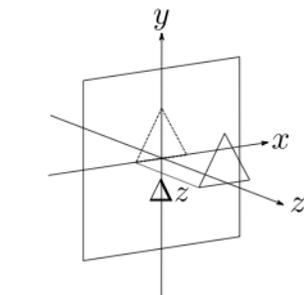
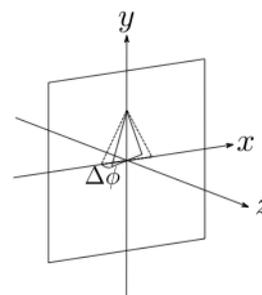
パッチは様々な形状、傾き、大きさ、位置がある



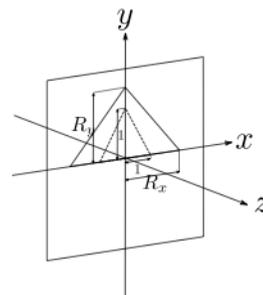
(a) Slide and rotation transform



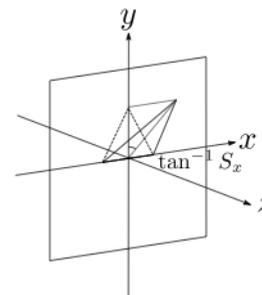
(b) Tilt transform



(c) Distance transform

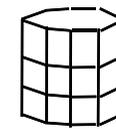


(d) Scaling transform

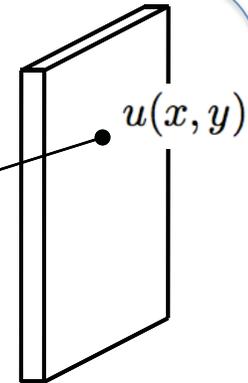


(e) Skew transform

フレネル・キルヒ
ホッフ回折積分



Virtual
objects



Hologram

様々なパッチからの計算が提案されている

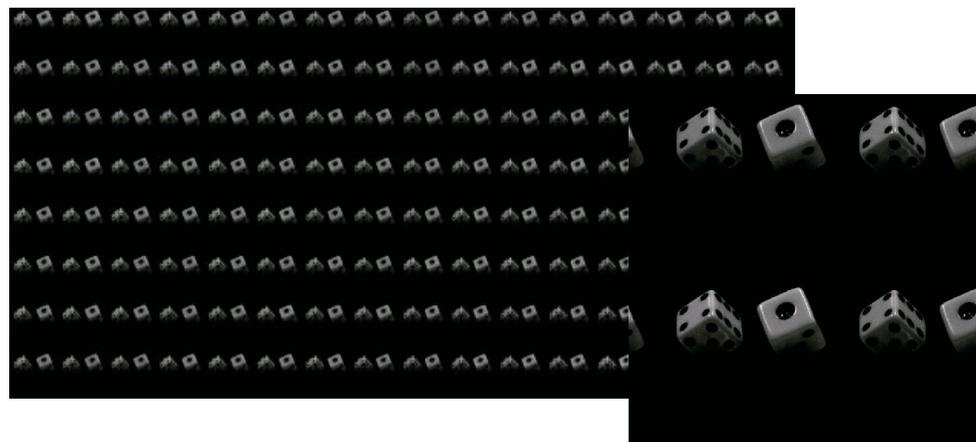
ホログラフィックステレオグラム

様々な方向からの画像から、小さなホログラムを計算し、張り合わせる

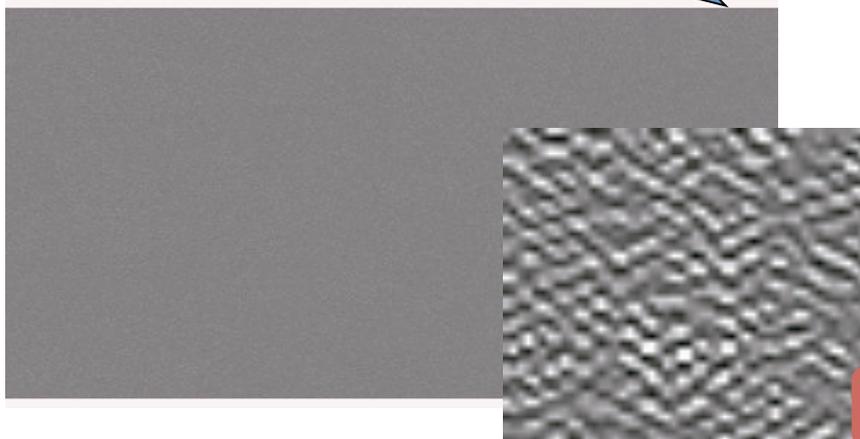
Objects



Photos



Hologram data



Reconstructed 3D image



Mark I

北海道大学大学院情報科学研究科

レンダリング手法

レンダリングはリアルな3D映像を作るのには重要な技術

- 隠面消去
- 反射(物体の質感、鏡、多重反射)
- 陰影付け

CGH用の新たなレンダリング技術が必要

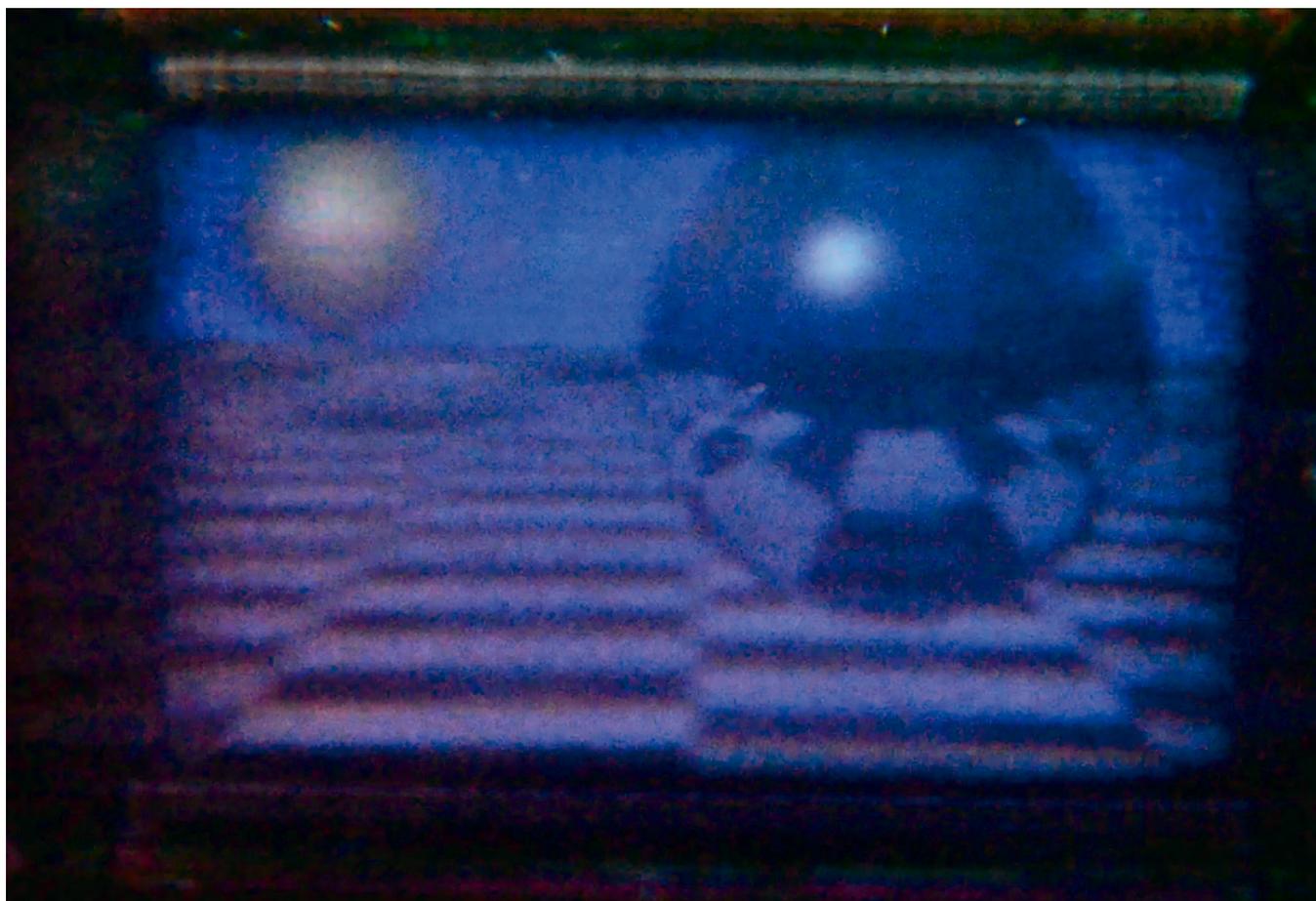
CGHではCGのレンダリング技術を用いることができない

レンダリング手法

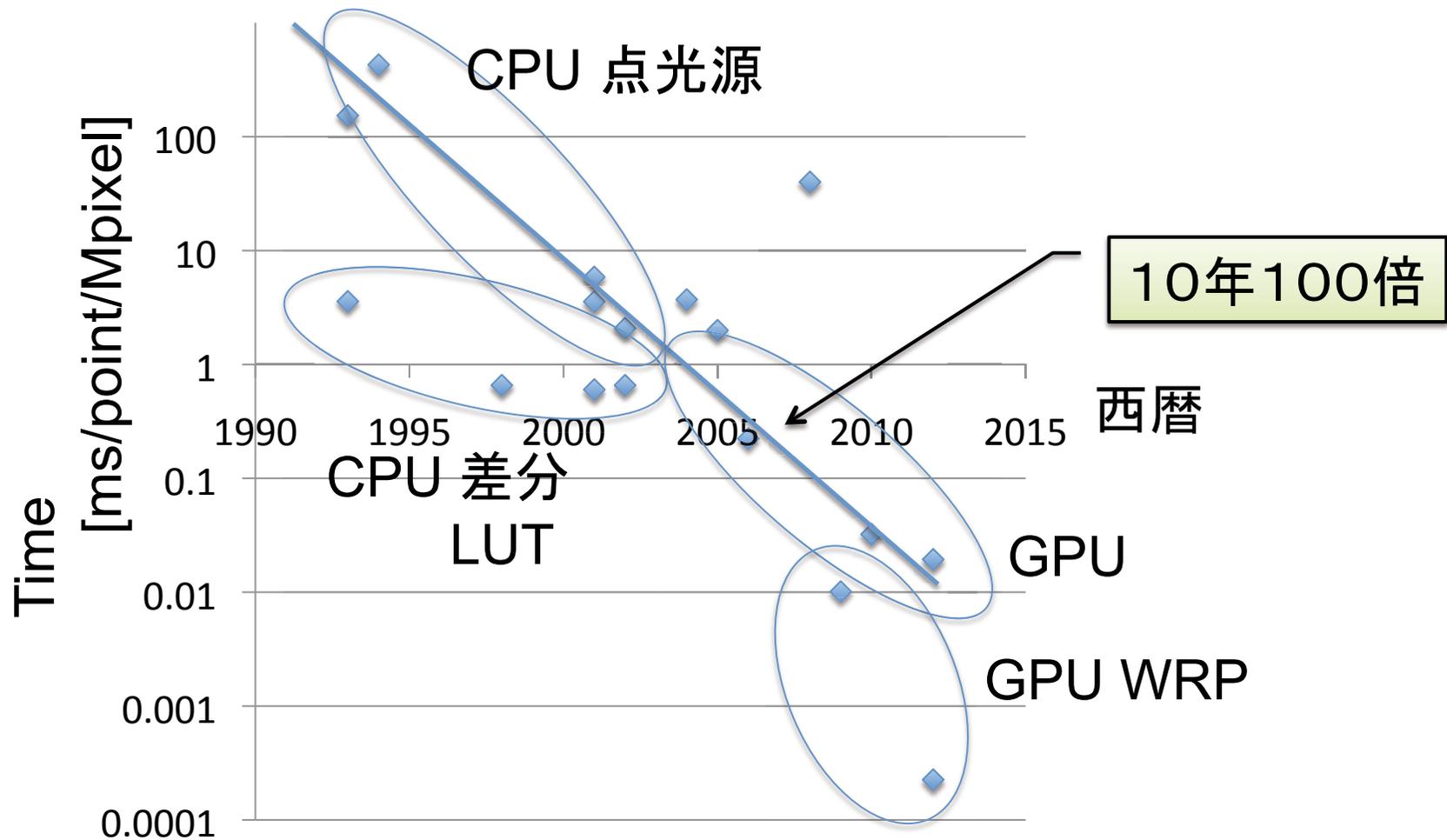
	計算時間	隠面消去	質感、鏡、陰影付け	備考
点光源法	× 非常に遅い	△	△ 研究中 (高木、坂本)	実装が簡単
面計算法	○ 広い面積に向く	△ 研究中 (松島、坂本)	△ 研究中 (松島、坂本)	
ホログラフィックステレオグラム	◎ 速い	○ CGの技術	○ CGの技術	奥行きが深い表現ではボケる

この10年で様々なレンダリング技術が開発された

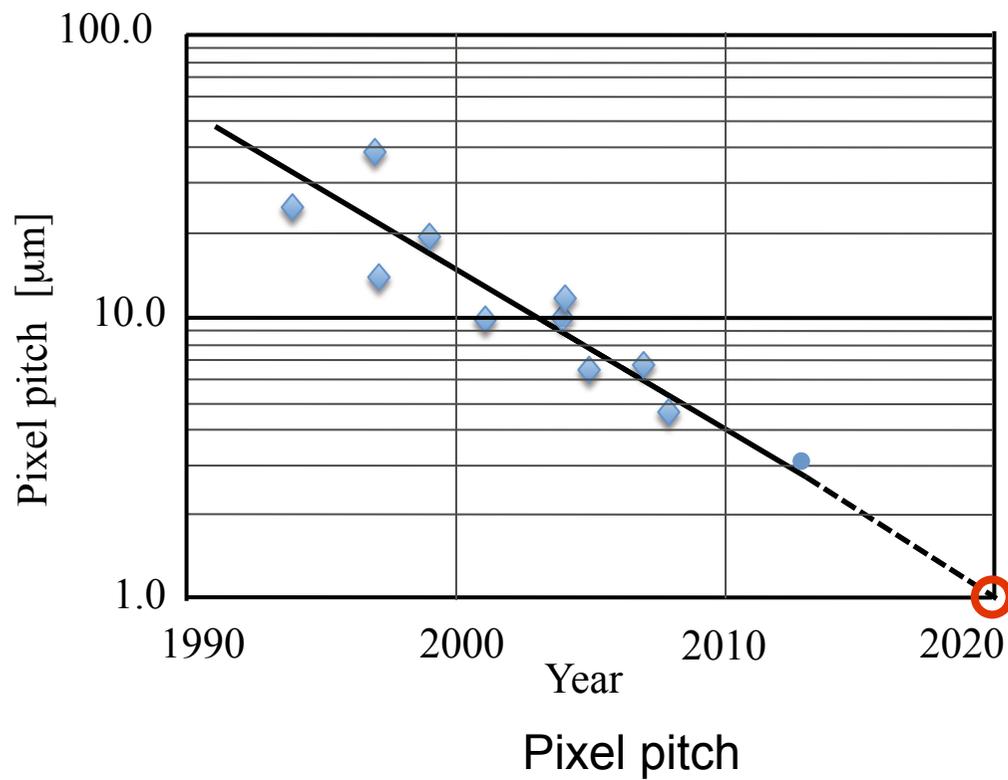
レンダリング手法



点光源法の計算時間

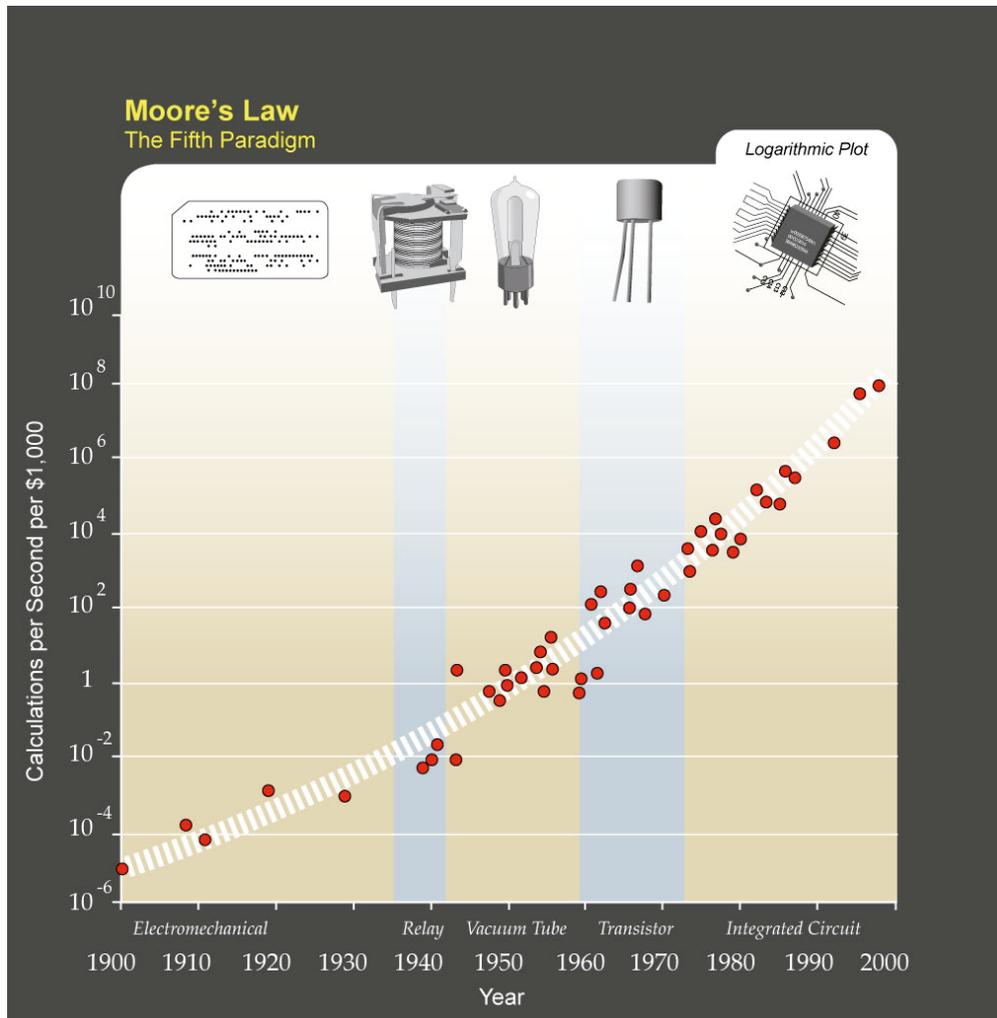


将来



About $1\mu\text{m}$

将来



約10年で100倍の計算能力

CGHには
1万倍程計算能力が必要

Wikipedia Moore's law

北海道大学大学院情報科学研究科

ホロTVの将来への課題

- 液晶は10年後には実用化範囲に入るかもしれない
- CGHの計算時間は1万倍の高速化が必要→20年
高速計算法の研究が必要
- 立体映像の撮影技術が確立していない。
撮影技術の研究が必要
- モデルからの計算法ではレンダリング技術が不十分
隠面消去、物体の質感の計算法の研究が必要

最近の電子ホログラフィ研究

複数の空間光変調器を用いた表示システム

佐々木久幸 妹尾孝憲 市橋保之 山本健詞

情報通信研究機構
ユニバーサルコミュニケーション研究所 超臨場感映像研究室

はじめに

いかにして自然な立体映像を実現するか？

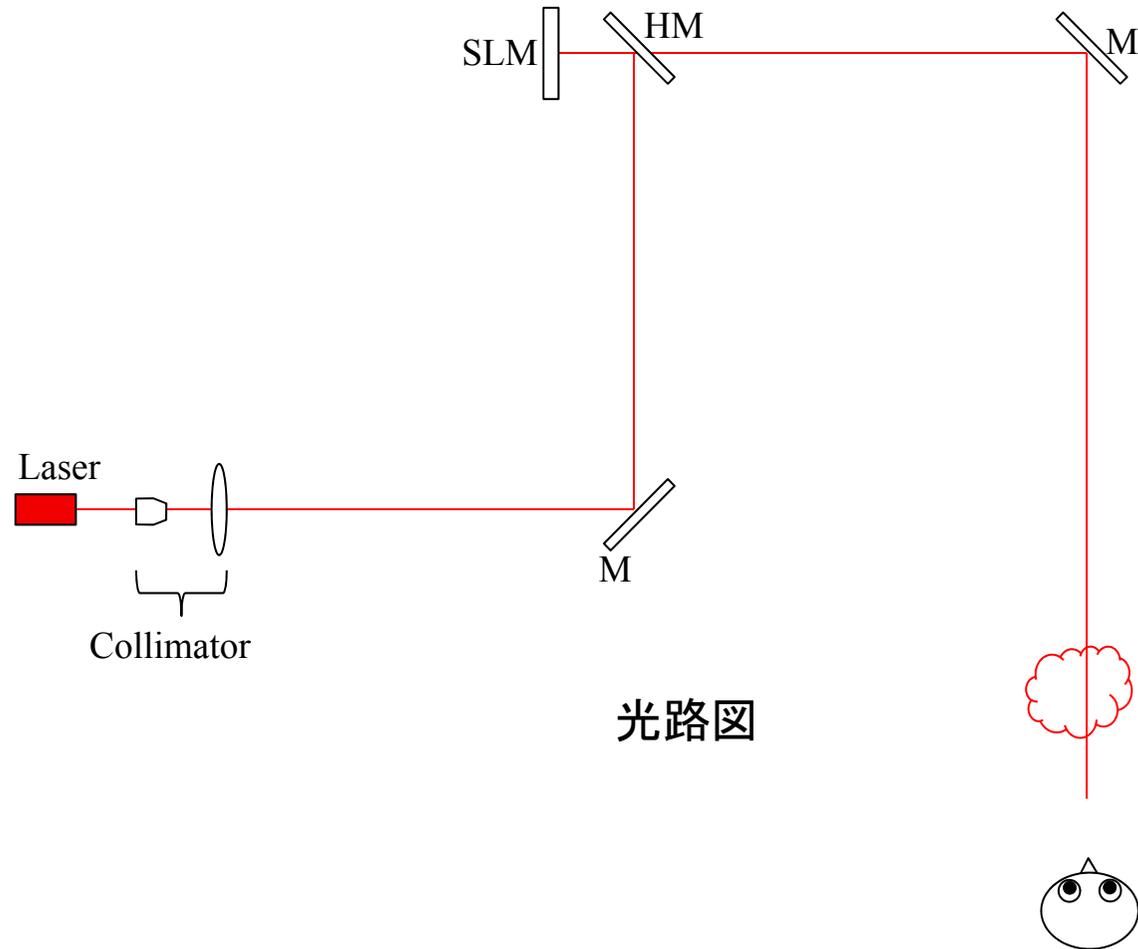
“電子ホログラフィ”の課題

- 再生立体像の視域
- 再生立体像のサイズ

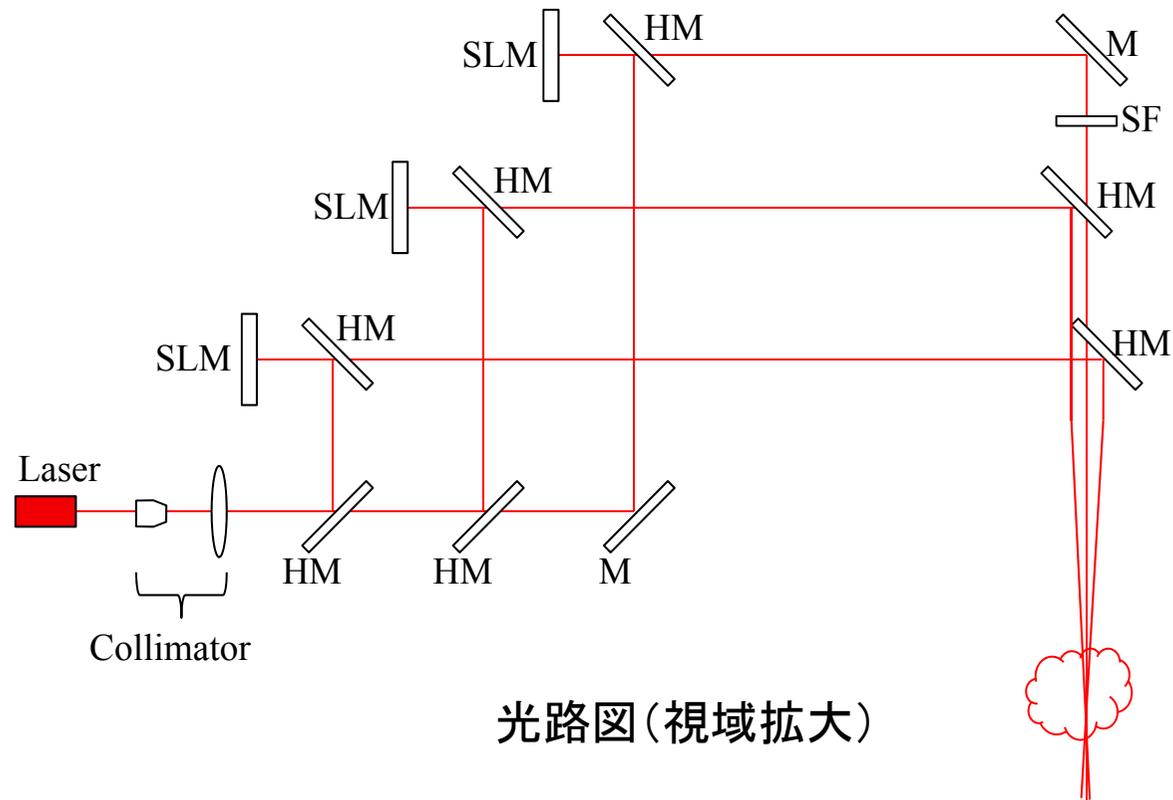
複数の空間光変調器を用いた表示システム

- 1: 再生立体像の視域拡大(3倍)
- 2: 再生立体像の大型化(9倍)

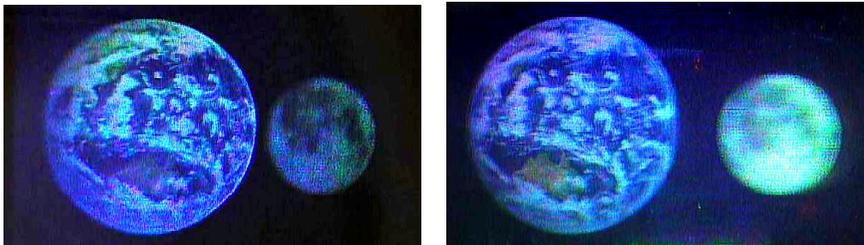
複数のSLMによる視域拡大



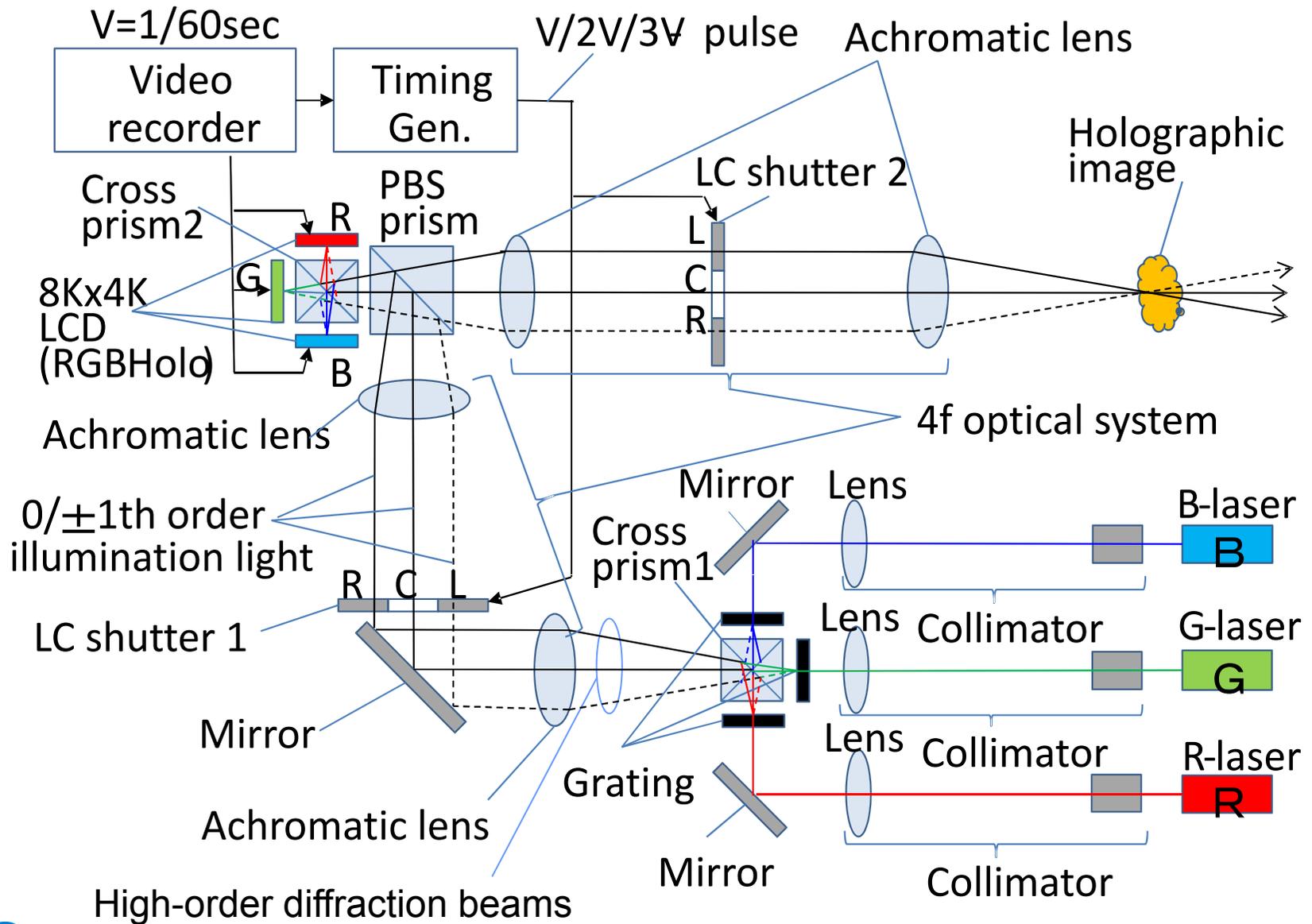
複数のSLMによる視域拡大



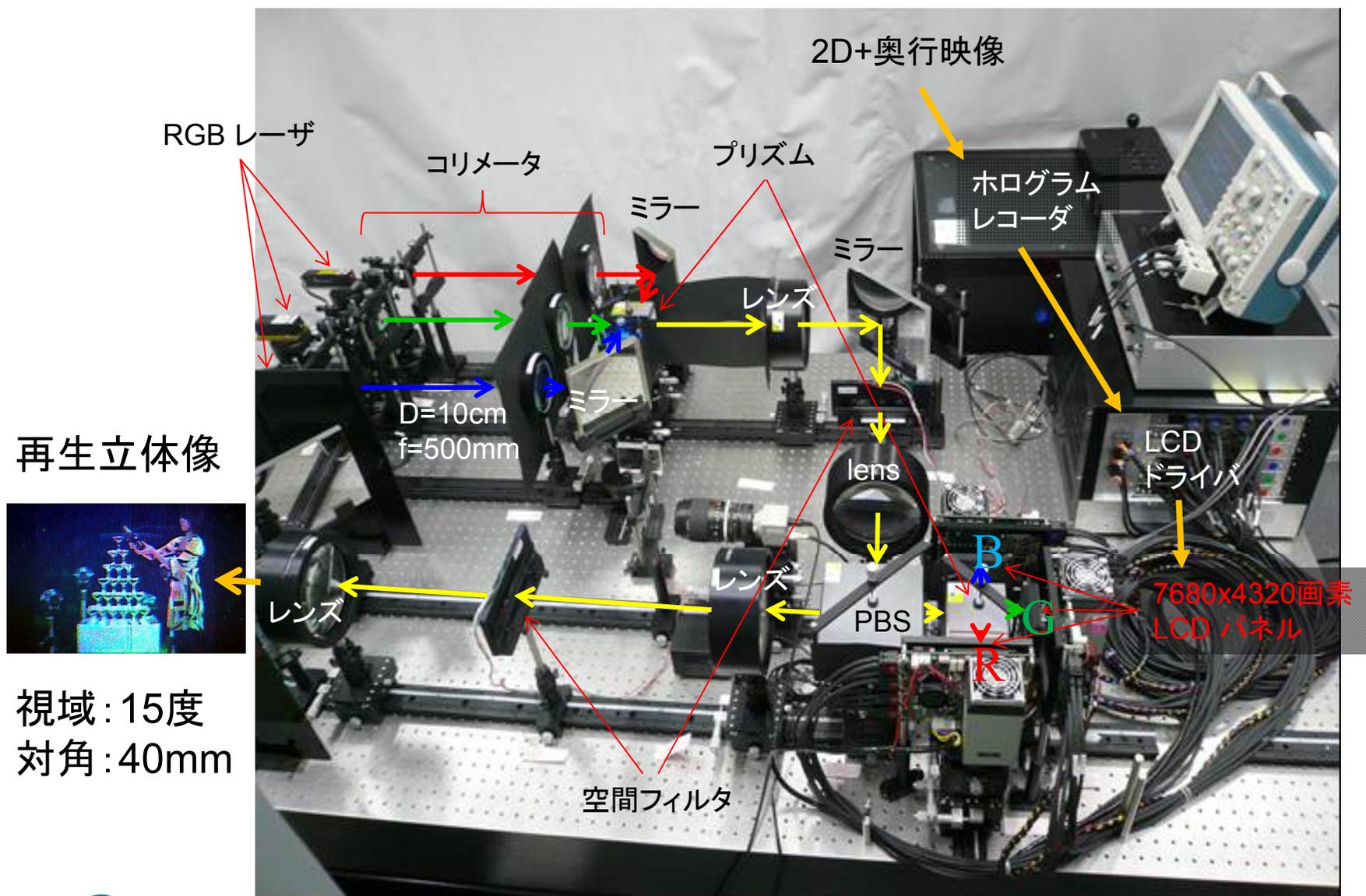
光路図(視域拡大)



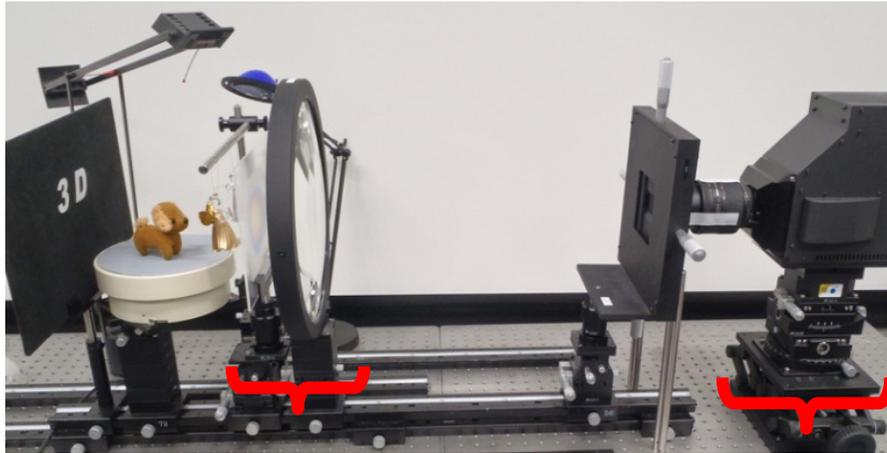
再生立体像の視域拡大



再生立体像の視域拡大



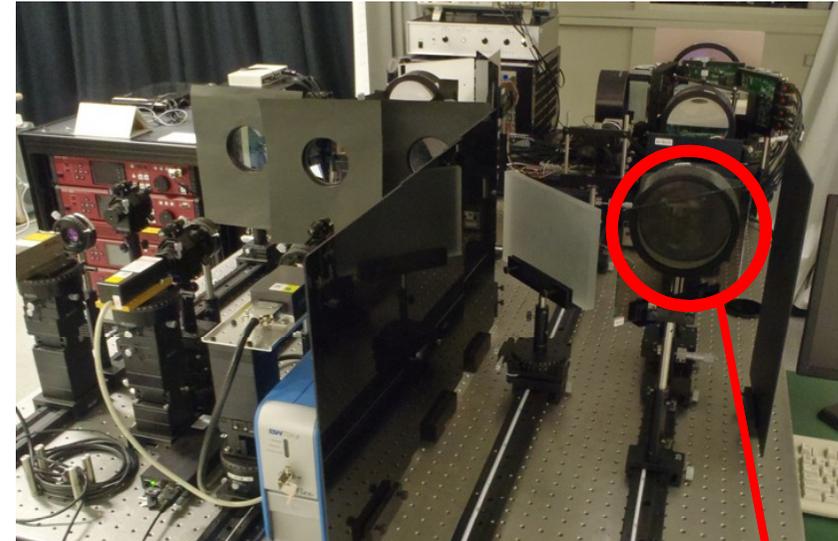
インテグラル・ホログラム変換



レンズアレー

高精細
カメラ(4K)

インテグラル式立体カメラ



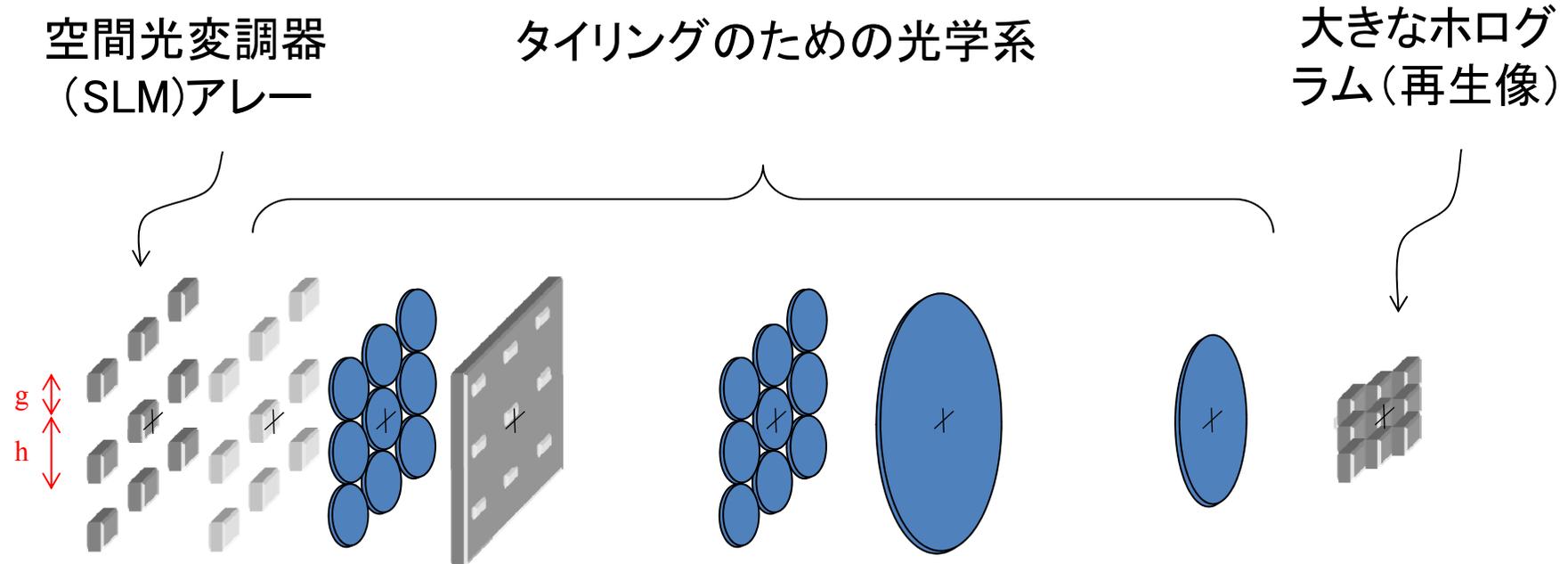
電子ホログラフィ表示装置

【立体映像の生中継を目指して】
画像演算装置(GPU)を用いて、イン
テグラル式カメラで撮影したデータを
電子ホログラフィ用のデータに変換
・表示



再生立体像の大型化

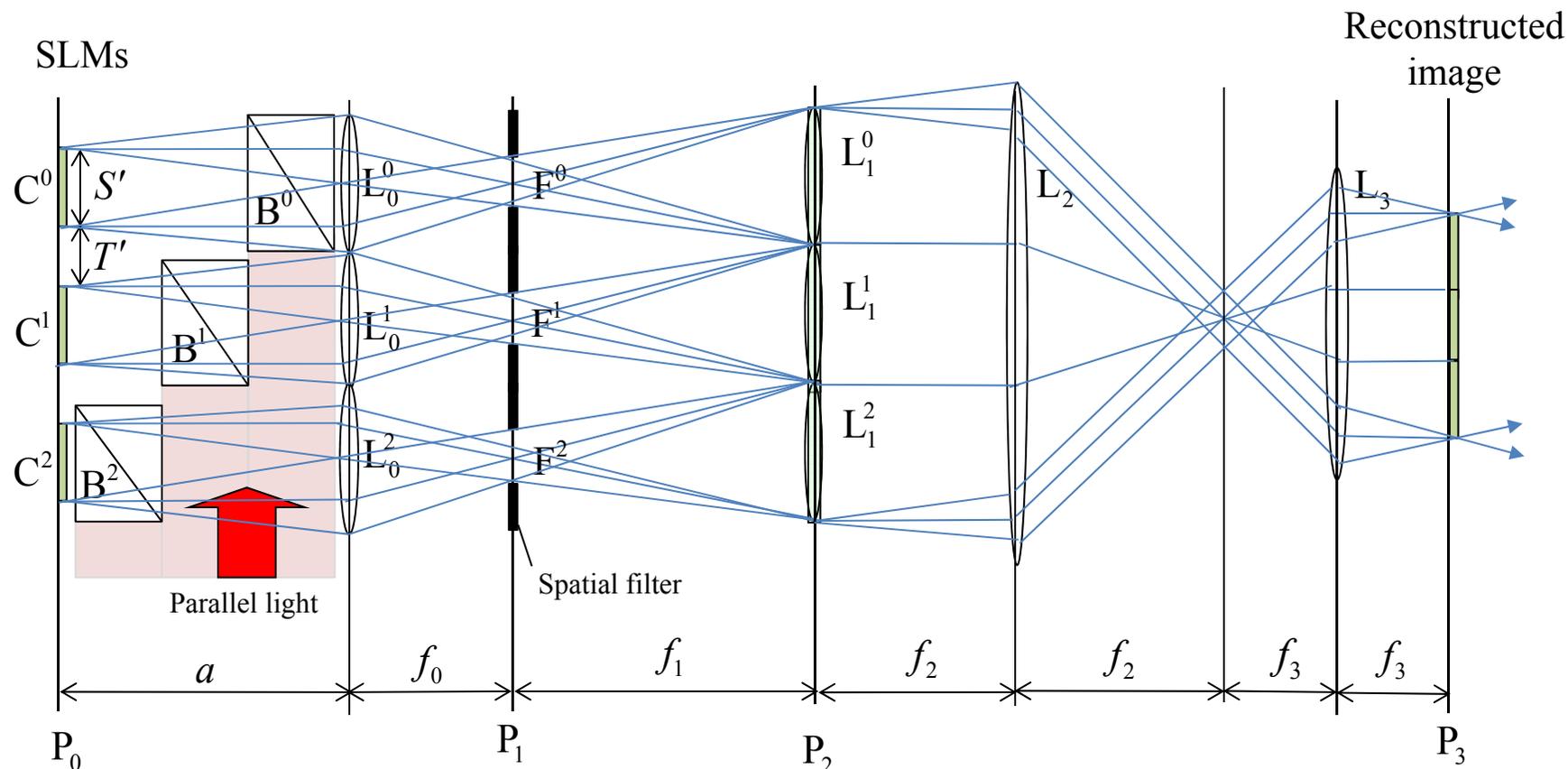
✓ サイズ拡大を複数のSLMのタイリングで実現
SLMの間のギャップが課題



- 9個 (3x3) のSLMによって大きなホログラムを作る.
- 個々のSLMは4Kx2Kピクセル... (12Kx6Kピクセル相当)

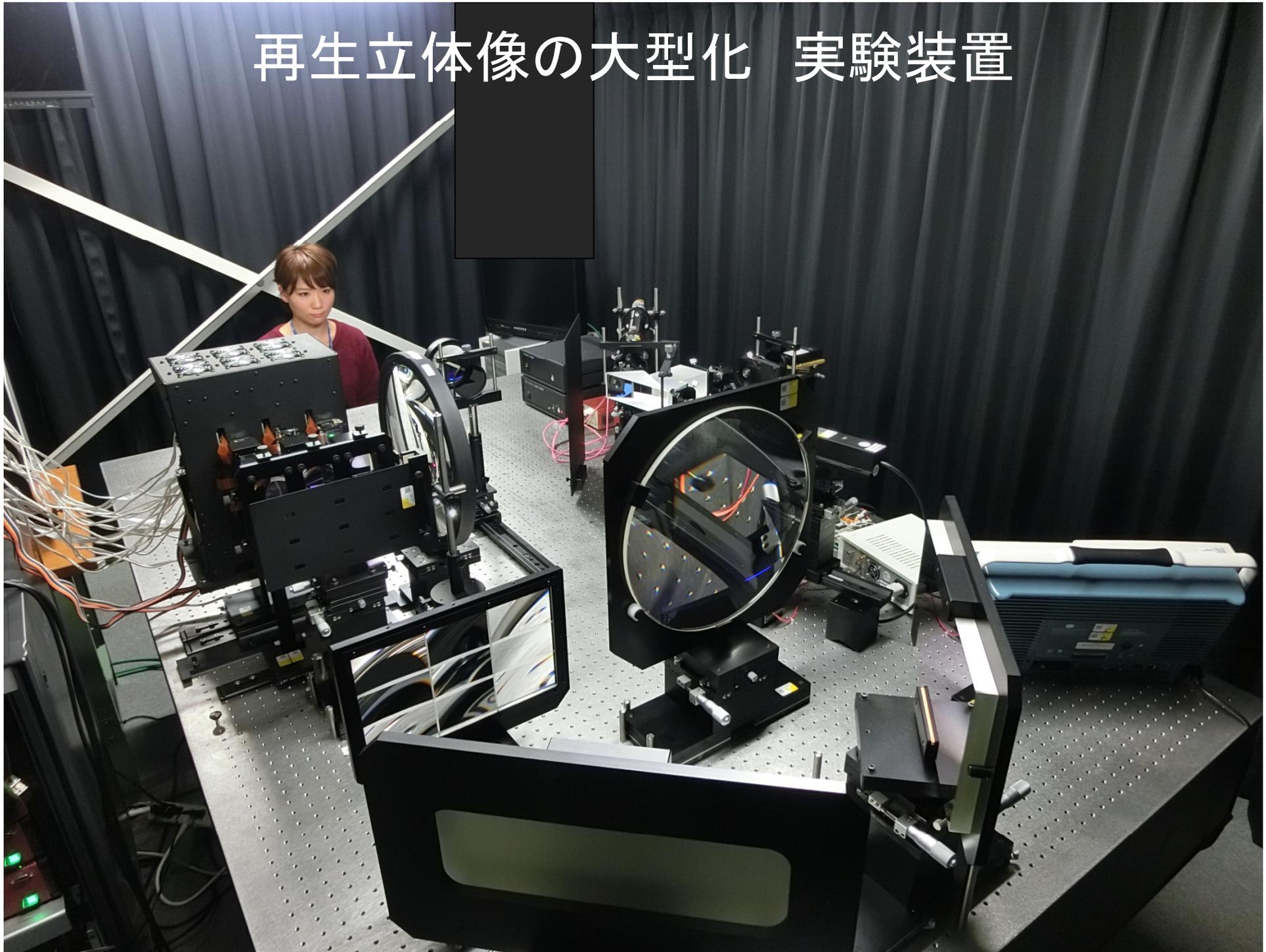
再生立体像の大型化

✓ SLMの間のギャップ
ギャップは光学系の工夫でなくすことができる

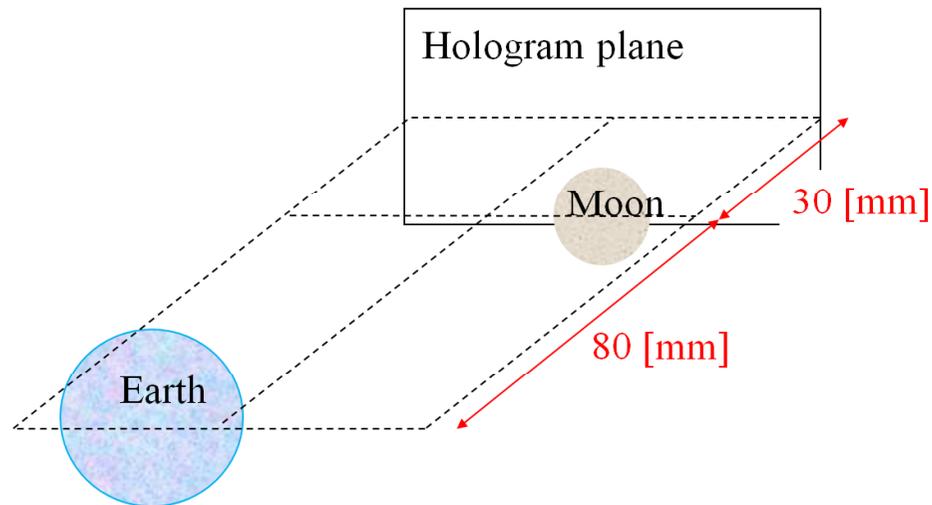


- 9個 (3 × 3) のSLMによって大きなホログラムを作る.
- 個々のSLMは4K × 2Kピクセル... (12K × 6Kピクセル相当)

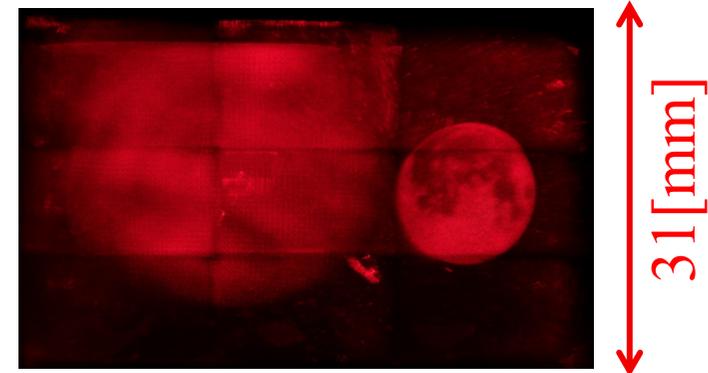
再生立体像の大型化 実験装置



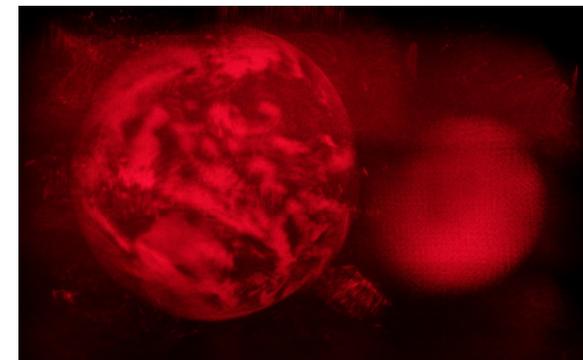
再生立体像の大型化 実験結果



「地球」と「月」を異なる奥行き位置に
設定してCGHを作成



「月」にフォーカスして再撮

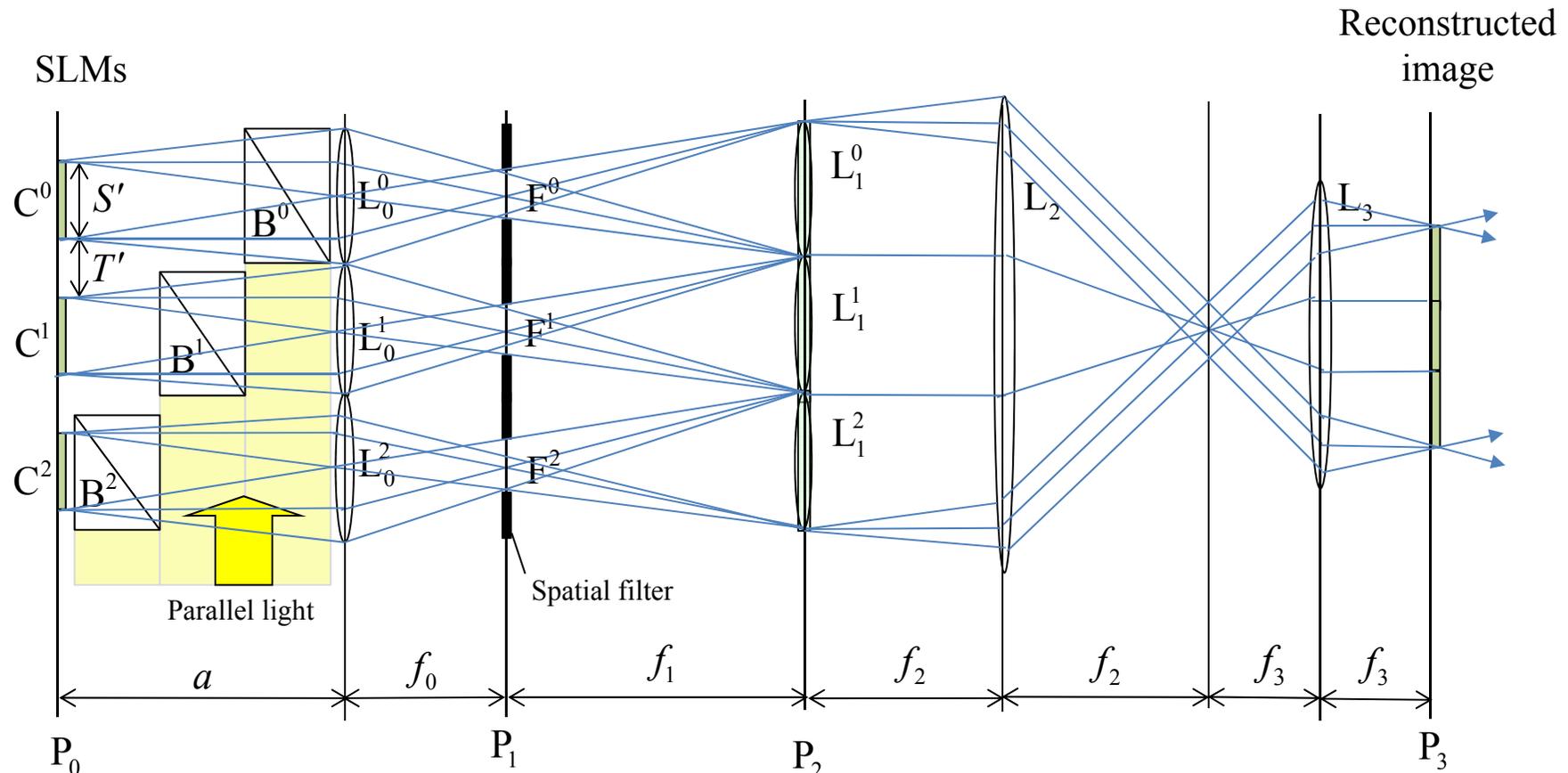


「地球」にフォーカスして再撮

再生立体像の大型化 カラー化

✓ カラー化

時分割多重 (Time division multiplexing; TDM) により実現

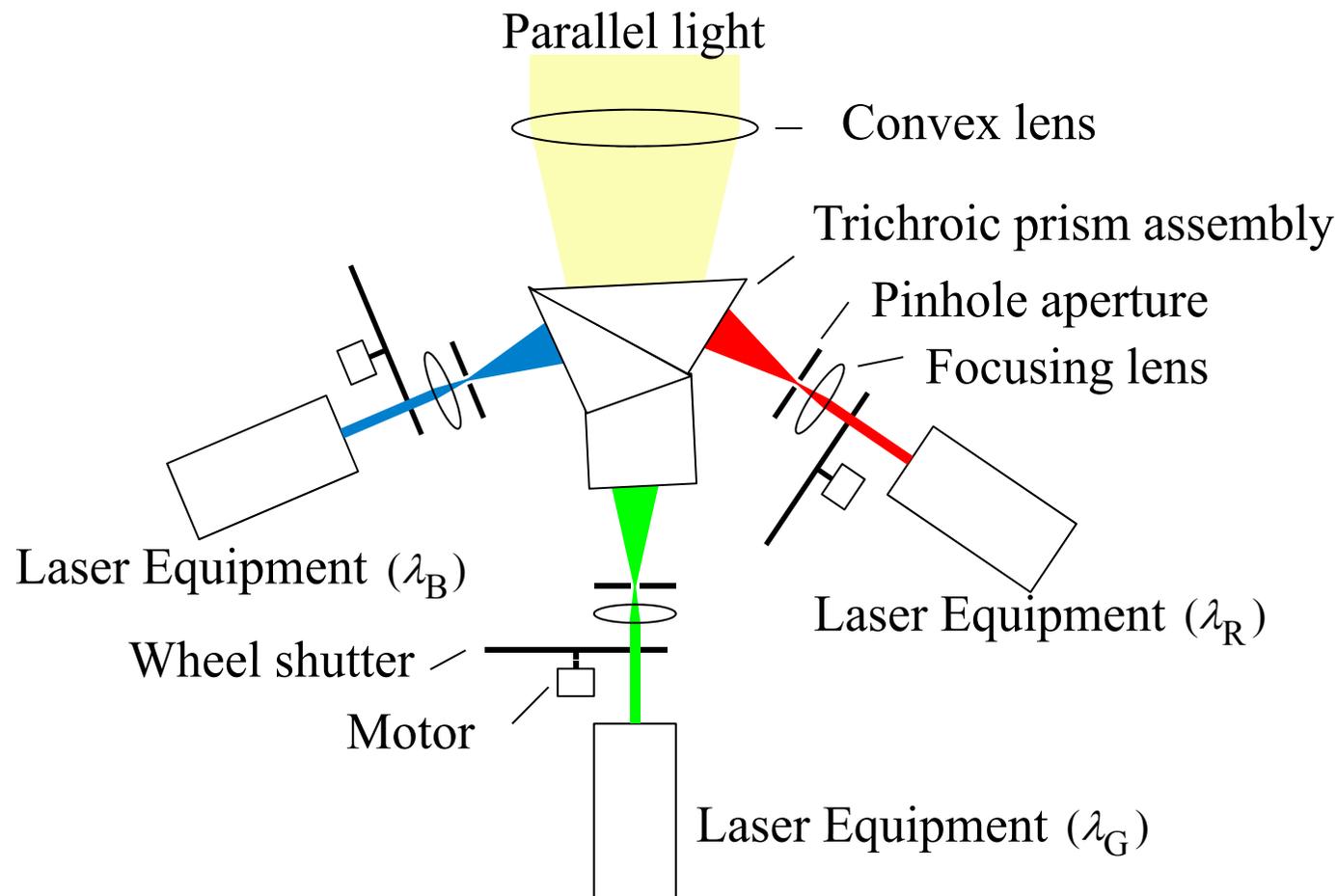


- 9個 (3 × 3) のSLMによって大きなホログラムを作る.
- 個々のSLMは4K × 2Kピクセル... (12K × 6Kピクセル相当)

再生立体像の大型化 カラー化

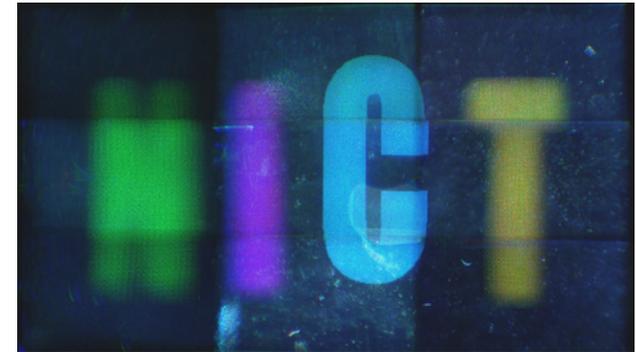
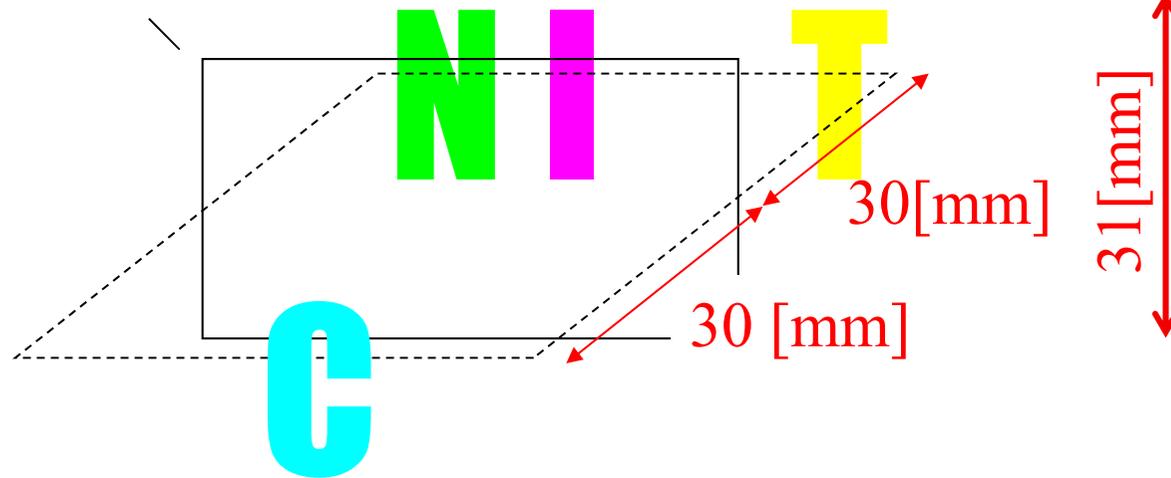
✓ カラー化

時分割多重 (Time division multiplexing; TDM) により実現



再生立体像の大型化 カラー化 実験結果

ホログラム面



“C”にフォーカスして再撮



左からの視点 (-2.8deg)



中央からの視点 (0deg)



右からの視点 (+2.8deg)

“N”, “I”, “T”にフォーカスして再撮

まとめ

複数の空間光変調器を用いた電子ホログラフィ表示

- 1: 再生立体像の視域拡大(3倍)
視域 3倍 (高次回折光の利用, 複数のSLM)
“複数SLMと時分割表示の組合せで視域拡大・カラー表示”
- 2: 再生立体像の大型化(9倍)
立体像サイズ: 9倍 (時分割多重, 複数のSLMのタイリング)
“ホログラム面と再生像を離す→隙間の影響は低減可能”

システム概要 (立体像大型化: 4Kx2K, 3x3)

Parameter	Design value
Wave length of lasers ($\lambda_R, \lambda_G, \lambda_B$)	(633, 532, 473) [nm]
Number of pixels for each SLM (N_x', N_y')	(3840, 2160) [pixels]
Pixel pitch for each SLM (p_x, p_y)	(4.8, 4.8) [μm]
Image size S' for each SLM (S_x', S_y')	Diagonal 21.1 (18.4, 10.4) [mm]
Viewing-zone angle for each SLM (θ_x, θ_y)	(5.6, 2.8) [degrees]
Number of SLMs (K_x, K_y)	(3, 3)
Gap between adjacent SLMs (T_x', T_y')	(55.2, 31.2) [mm]

ベントンメモリアル+ホログラフィシンポジウム

2013.12.7

並列計算システムと動画ホログラフィの 発展

千葉大学

○伊藤智義、下馬場朋禄

フジテレビ情報科学番組「アインシュタイン」
1990年10月放映より



スパコンの価格性能比

- 1990年 スパコン100:パソコン1
 - スパコンを使った方が得
- 2000年 スパコン1:パソコン1
 - スーパーコンピュータからHPC(ハイパフォーマンスコンピュータ)へ
- 2010年 スパコン1:パソコン100
 - パソコンでできるものはパソコンを使った方が得

スーパーコンピュータ

- **ベクトル型**
 - パイプライン処理による高速化
 - 1970～80年代の主流
- **スカラー型（並列型）**
 - 汎用CPUの超並列による高速化
 - 1990後半～現在の主流
 - **MIT コネクションマシン（1983～1990年代）**
 - 65,536個のプロセッサを並列
 - ベントン先生のグループでもCGH計算に使用

粒子系で解きたかった問題 (杉本大一郎: 1980年代後半)

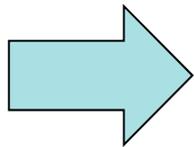


杉本は100万粒子(星)から構成される球状星団をガス球(連続体モデル)に置き換えて安定性を証明した。しかし、その理論は受け入れられなかった。

「星の集まりは星の集まりとして計算してみなくては信用できない」

科学というもの、研究というもの

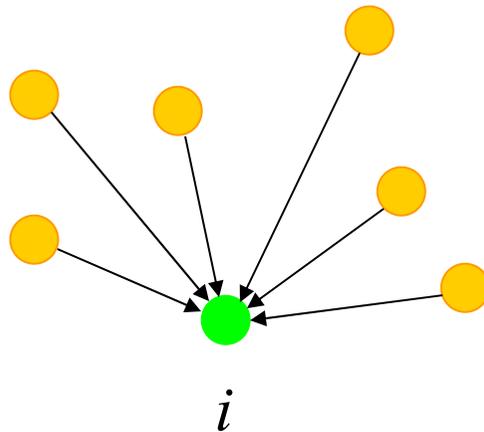
- 杉本：当時のスパコンでは解けなかった
- 1986～7年 コネクションマシンを使用
 - やはり、ダメだった...
- 解きたい問題がある
- 解くための道具がない



ないものは、自分で作る！

→ (大学院生 伊藤の課題)

重力多体問題(1)



1粒子にかかる重力

$$\mathbf{F}_i = -Gm_i \sum_{j=1}^N \frac{m_j (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i)}{r_{ij}^3}$$

G : 重力定数、 m : 質量、 \mathbf{r} : 位置

(太字はベクトルを表す)

粒子数を N とすると...

重力多体問題(2)

- 系全体の計算負荷

重力の計算量 $\sim N^2$ に比例

位置更新の計算量 $\sim N$ に比例

必要な粒子数 : $N > 10^4$

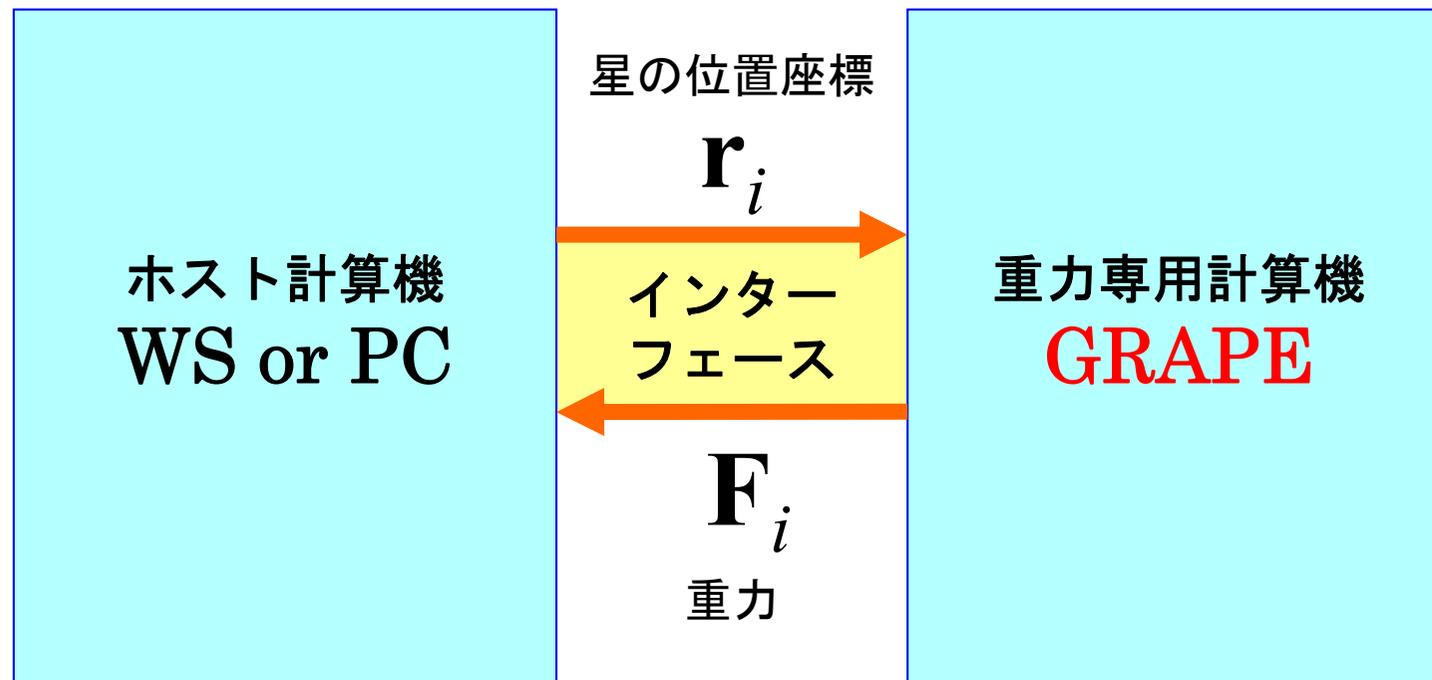


重力計算がネック



専用ハードウェア

基本システム

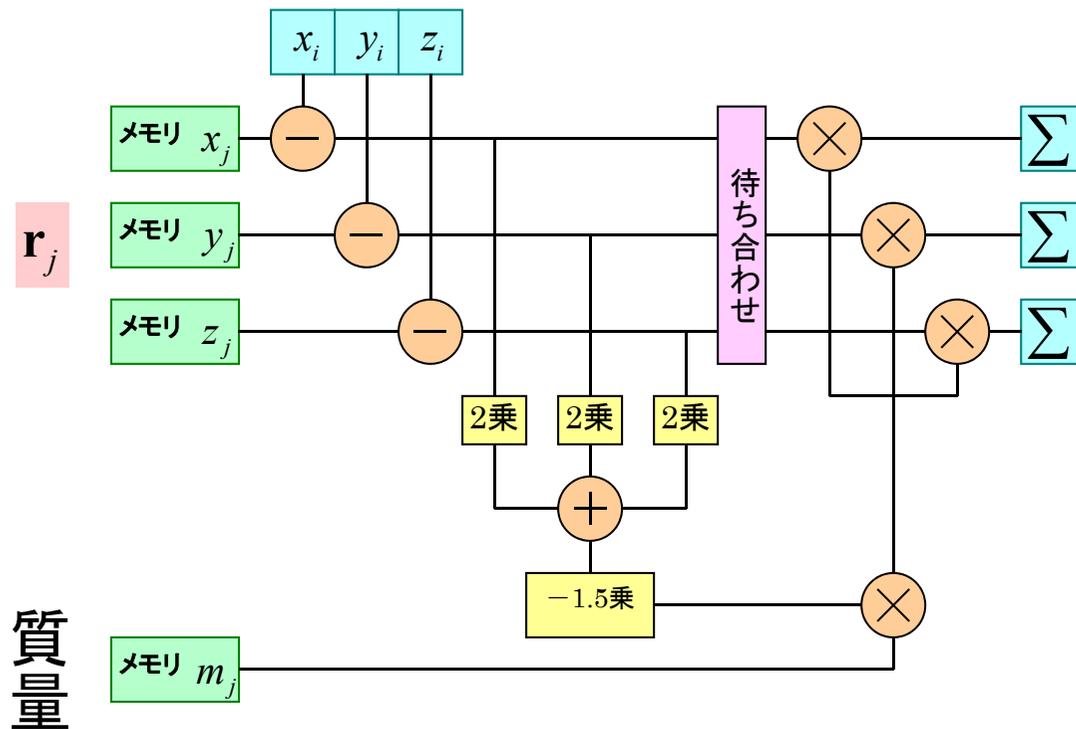


重力計算パイプライン (GRAvity PipE)

$$\mathbf{F}_i = -Gm_i \sum_{j=1}^N \frac{m_j (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i)}{r_{ij}^3}$$

求めたい粒子 i の
位置座標 \mathbf{r}_i

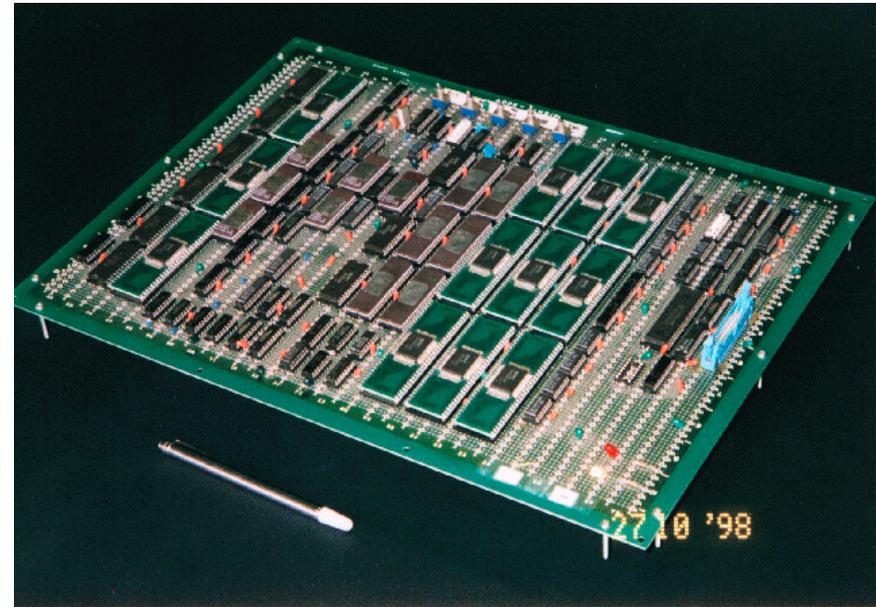
すべての粒子の
位置座標



粒子 i における重力
(計算結果) \mathbf{F}_i

手作りスーパーコンピュータ GRAPE-1

- 1989年9月完成
- IC総数97個
- 製作費20万円
- 演算速度240Mflops
(初期のスパコンに匹敵)



注) flops: floating point operations per second

GRAPE-1が安くて速い理由

- **メモリICを演算ICの代わりに使ったから**
 - 当時の最大のメモリICは入力16bit出力16bit
 - 演算ごとにメモリICを配置
 - **回路が簡素化する**
- **メモリIC(テーブル参照法)は速い**
 - 1回の処理(1クロック)で答えが出る
- **(参考)動画ホログラフィのメモリ参照法**
 - Mark Lucente, *et al.* (1993)

GRAPE-1のブロック図

T. Ito et al. / A special-purpose N-body machine GRAPE-1

189

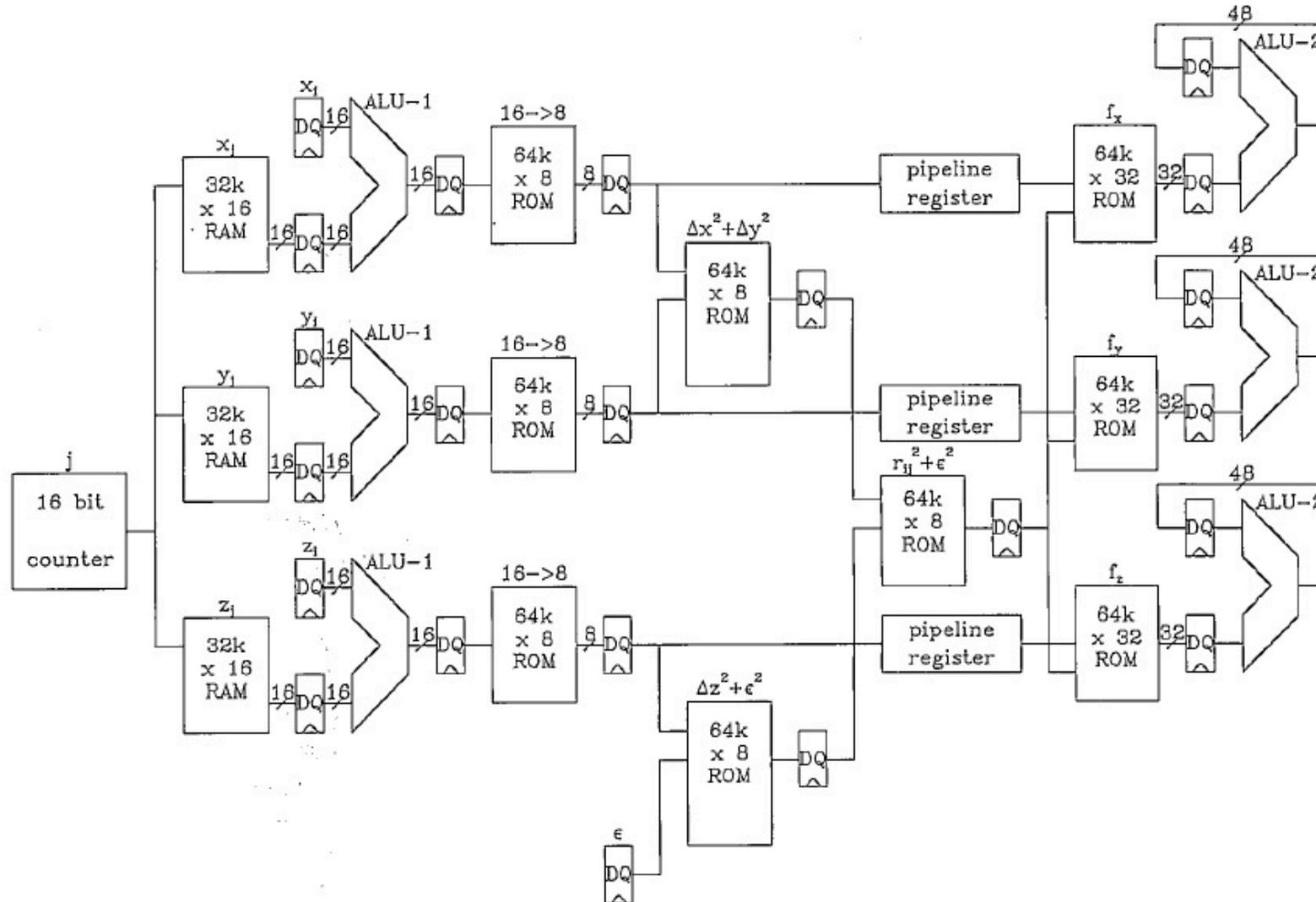
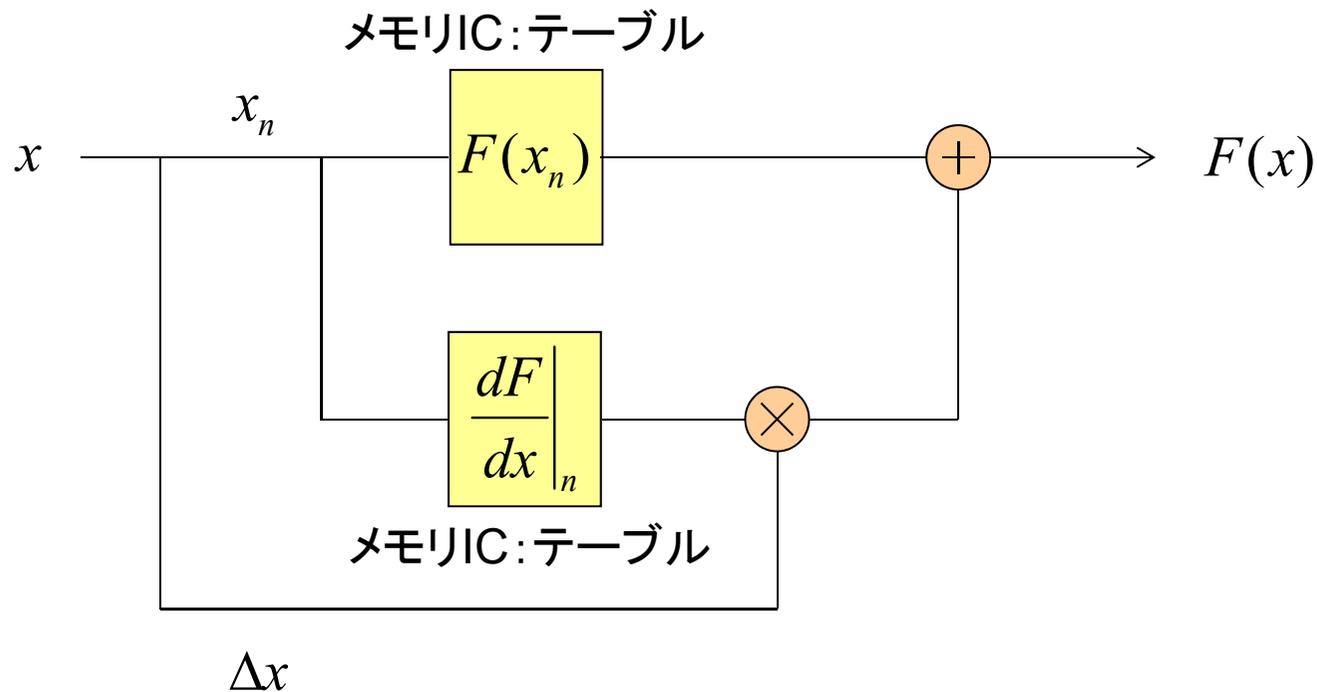


Fig. 2. Block diagram of GRAPE-1.

13

まじめに演算するには線形補間 テーブルと演算器の組み合わせ

$$F(x) = F(x_n + \Delta x) = F(x_n) + \left. \frac{dF}{dx} \right|_n \times \Delta x + \left. \frac{d^2 F}{dx^2} \right|_n \times (\Delta x)^2 + \dots$$



GRAPEのゴードン・ベル賞

12年間で8度の受賞： スパコン分野で特筆の成功

- 1995年 GRAPE-4 牧野、泰地 杉本の名前がない！
- 1996年 GRAPE-4 福重、牧野 伊藤の名前がない...
- 1999年 GRAPE-5 川井、福重、牧野
- 2000年 GRAPE-6 牧野、福重、古賀
- 2000年 MDM 成見、薄田、古石、泰岡、古沢、川井、戎崎
- 2001年 GRAPE-6 牧野、福重
- 2003年 GRAPE-6 牧野、小久保、福重、台坂
- 2006年 MDGRAPE-3 理化学研究所チーム他

(参考) 初期の代表論文

[1] 杉本, 近田, 牧野, 伊藤, 戎崎, 梅村, “重力多体問題専用計算機”, Nature (1990)

[2] 伊藤, 牧野, 戎崎, 杉本, “GRAPE-1”, Computer Physics Communications (1990)

[3] 伊藤, 牧野, 戎崎, 杉本, “GRAPE-2”, Publications of the Astronomical Society of Japan (1991)

[3] 伊藤, 他, “タンパク質シミュレーション用GRAPE-2A”, Proteins (1994)

杉本の問題はどうなったか？

- 1983年：杉本「球状星団の重力熱力学振動」を提唱
 - ガスモデルで示す
 - 粒子モデルでやらなければ信用できない
- 1995年：世界最高速に躍り出たGRAPE-4(2億円)を1ヶ月稼働し続けて証明
 - 汎用のスーパーコンピュータで計算したら、レンタル料は10億円を超えたであろう(杉本大一郎「パリティ」誌)

伊藤はどうなったか？

(1989－1991年)

大学院 東京大学教養学部 宇宙地球科学教室

重力多体問題専用機GRAPEの開発

分子動力学への応用(タンパク質のシミュレーション)

(1992－現在)

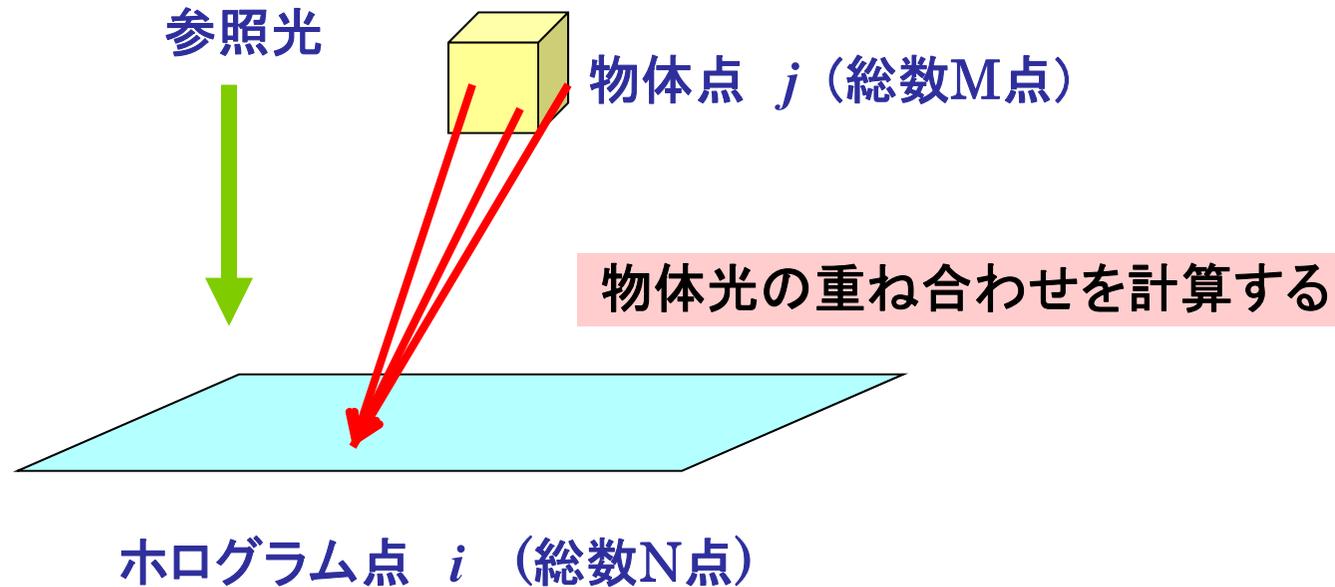
→ 群馬大学工学部電気電子工学科

→ 千葉大学工学部電子機械工学科

(→ 千葉大学工学部電気電子工学科)

ホログラフィ専用計算機HORNによる3次元テレビの研究

計算機合成ホログラム (CGH)



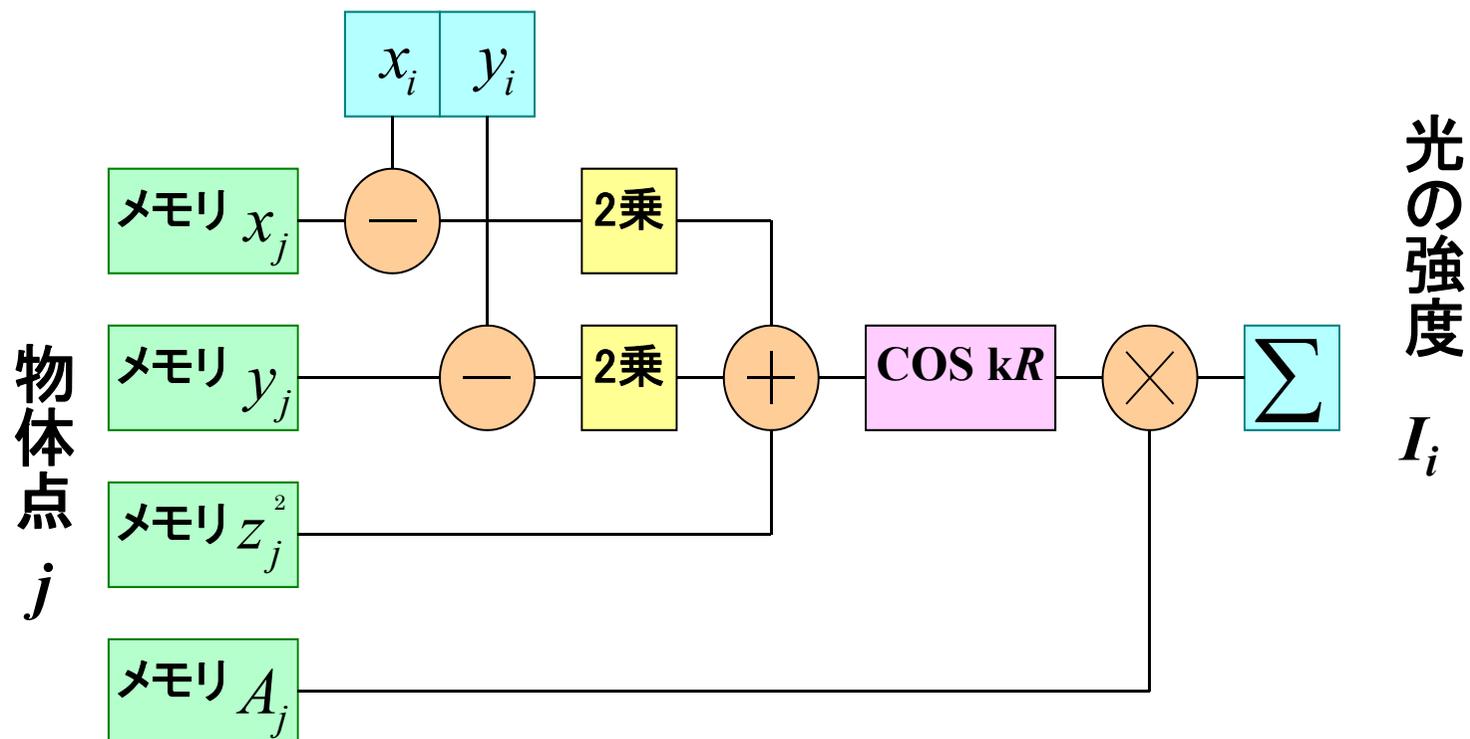
$$I_i = \sum_{j=1}^M \frac{A_j}{R_{ij}} \cos kR_{ij}$$

GRAPEと同じ構造
では!?

ホログラム1枚あたりの計算量 $\sim MN$ に比例

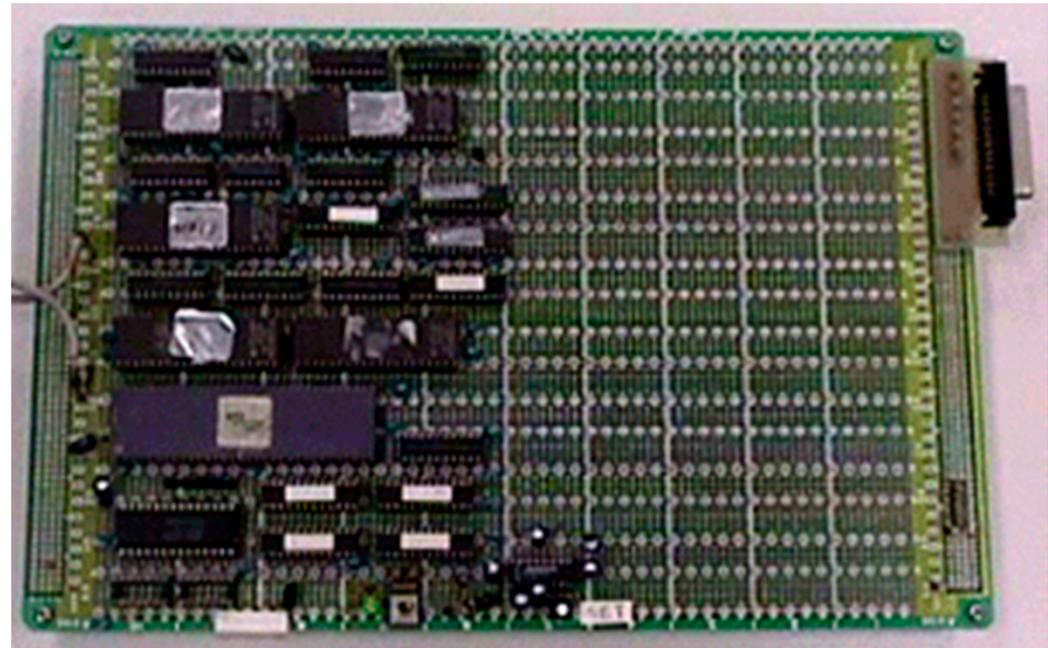
HORN (HOlographic ReconstructioN) パイプライン

ホログラム点 i



HORN-1 (1992年)

- 部品代6万円
- 演算速度300Mflops
(相当)



日経新聞 1993年3月27日

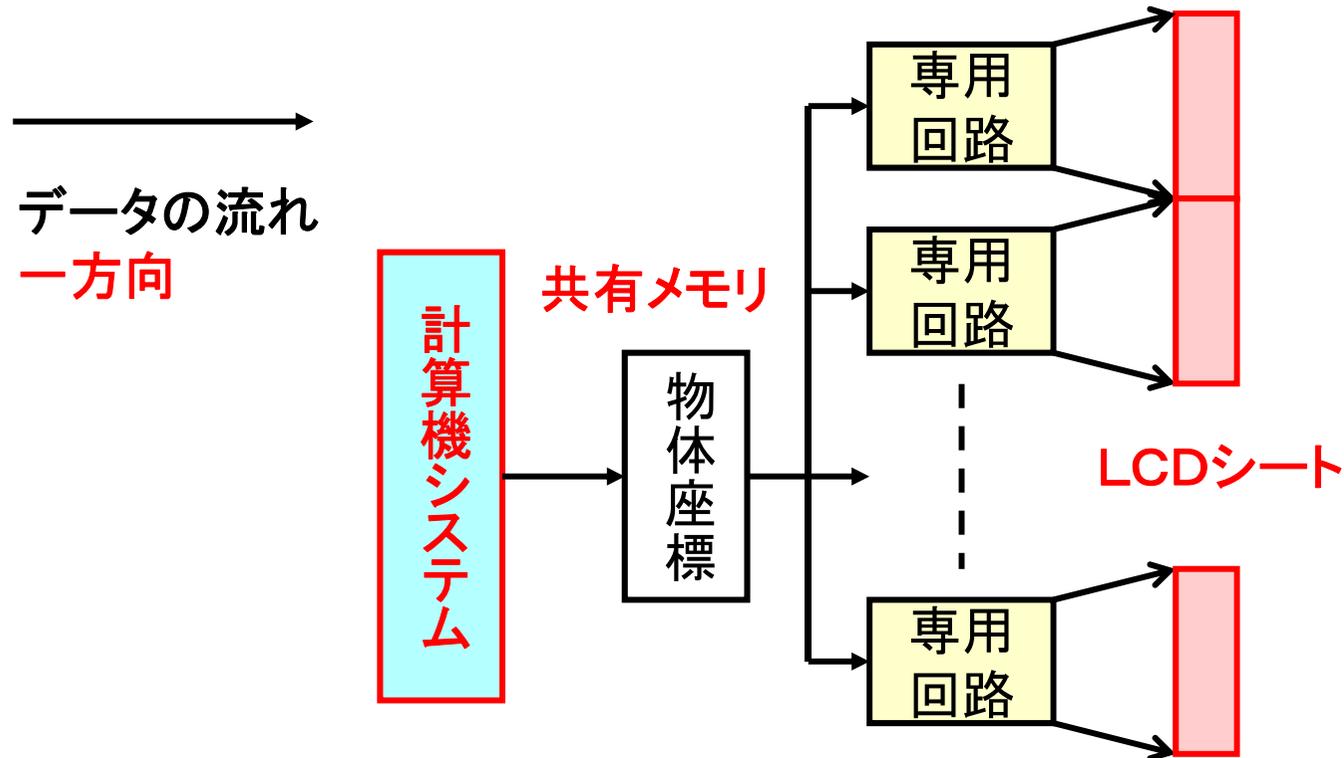
通信放送機構の目にとまる！

電子ホログラフィ

- 1990年 MITベントンのデモ
(日本からは吉川(日大)が参加)
- 1991年 湘南工科大佐藤ら、シチズン橋本らの実験
- 1992年～ 伊藤ら、ホログラフィ専用計算機の開発
- 1993～98年 通信放送機構(当時)
「高度立体動画像通信プロジェクト」
(伊藤の参加:1994～96年)

このとき初めて電子ホログラフィ映像を見る!

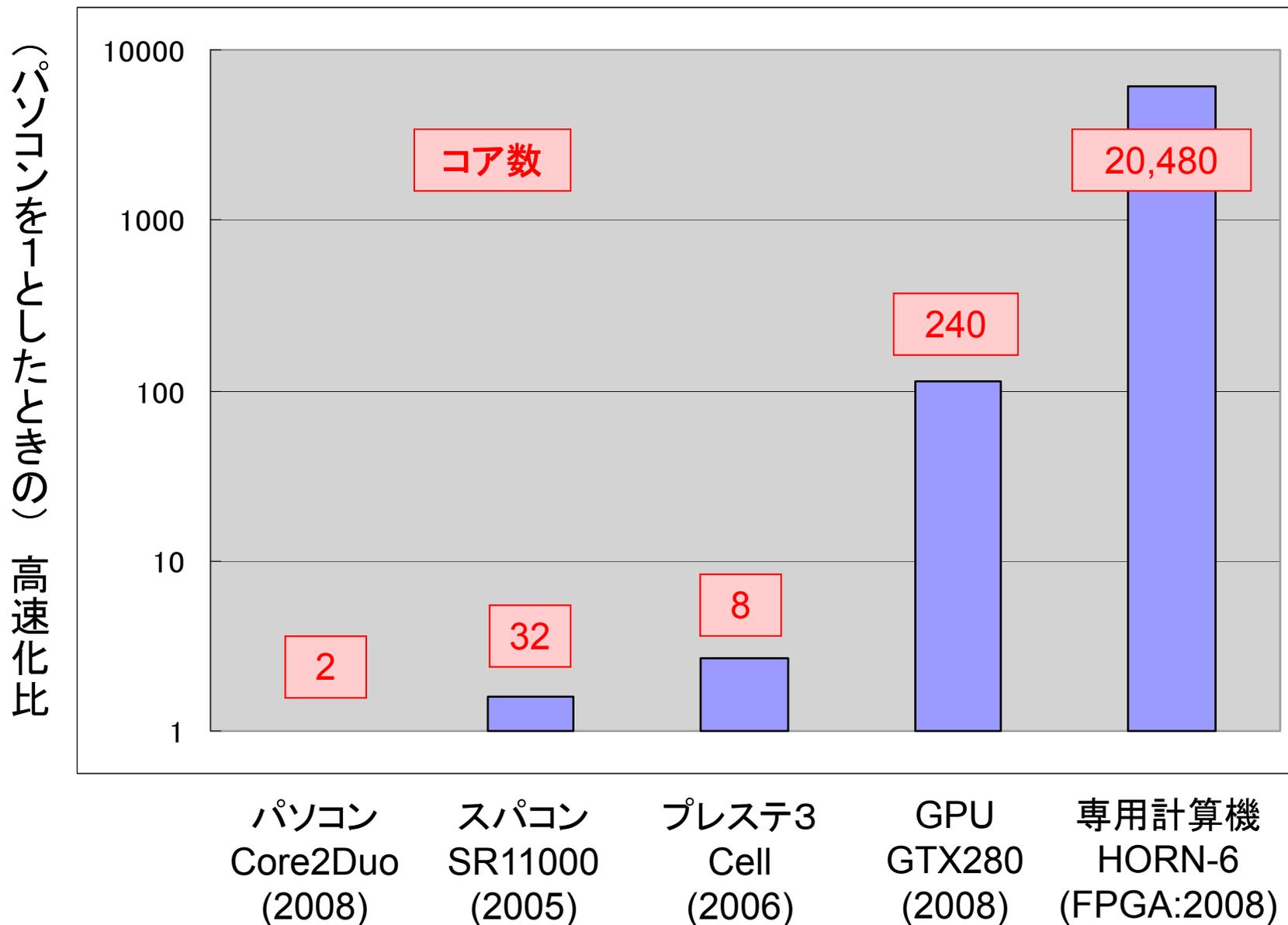
HORN(映像)システムの利点



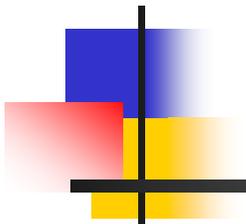
◎粒子系(N体)シミュレーション(GRAPE)を超える利点

- 通信のボトルネックが生じない
- 出力データを再利用しないので、誤差が蓄積しない
 - 多少のエラーは無視できる

ホログラフィ計算と最近の計算機環境



ご静聴、ありがとうございました。



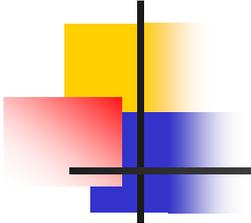
ホロTV用データ圧縮方式の提案

妹尾孝憲, 涌波幸喜, 市橋保之, 佐々木久幸, 山本健詞

2013年12月7日

情報通信研究機構



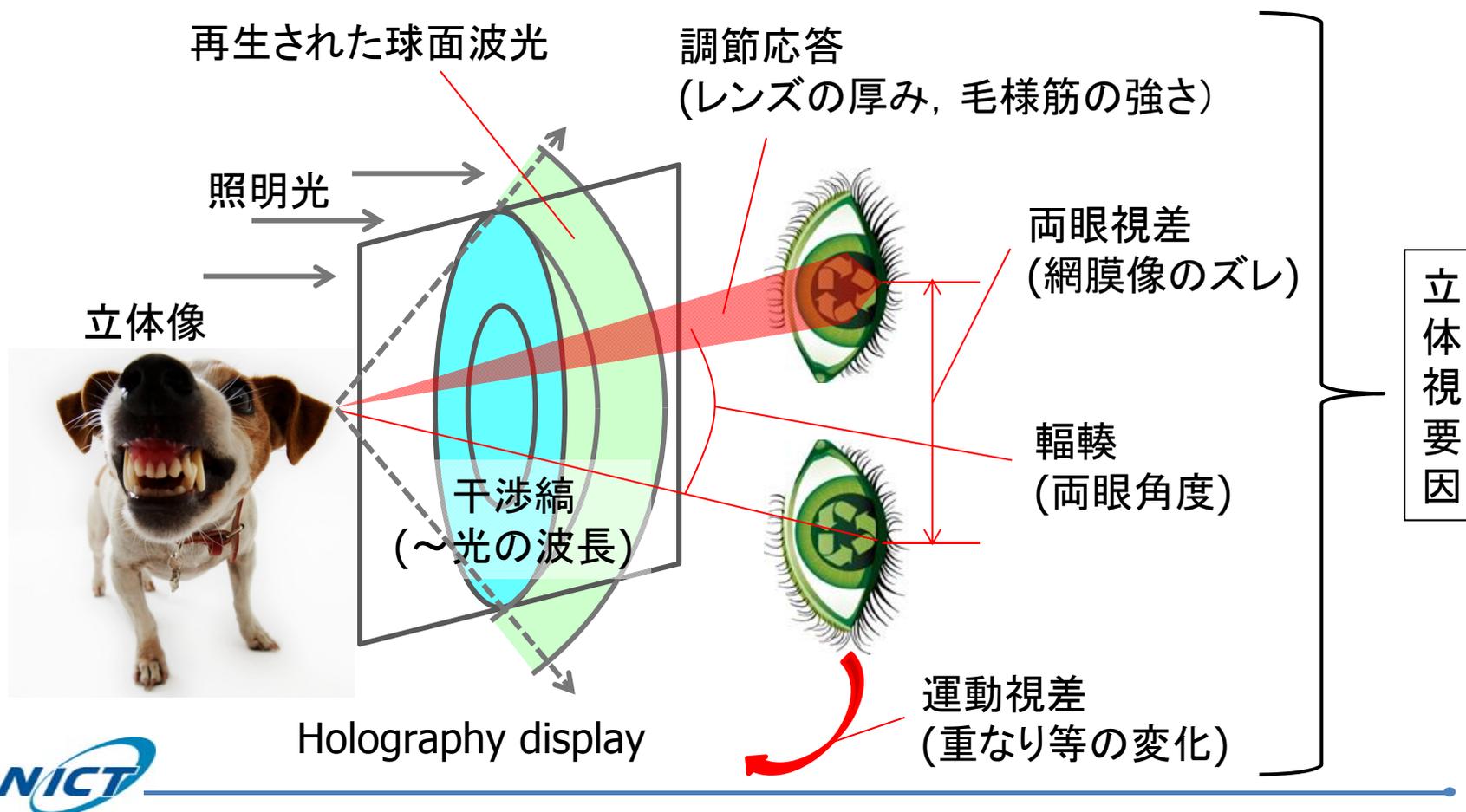


内容

- 始めに
 - 電子ホログラフィ・テレビシステムの提案
- データ形式と圧縮方法
 - 大域ビューと奥行符号化
- ホログラム生成と表示
 - ホログラム生成
 - 電子ホログラフィ表示システム
- 実験と結果
 - データ圧縮結果
 - ホログラム再生結果
- まとめ

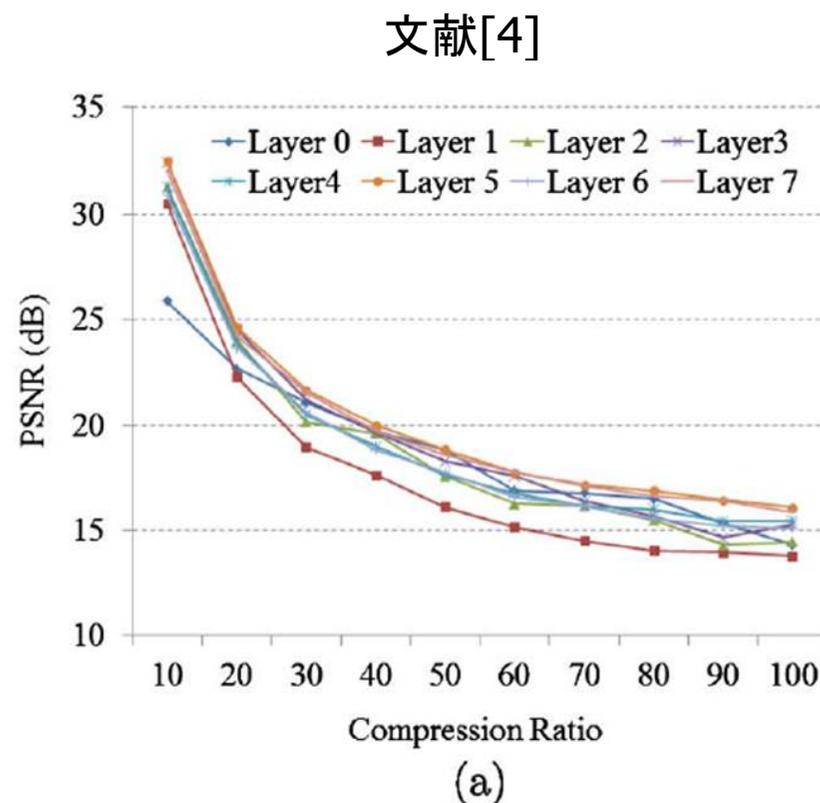
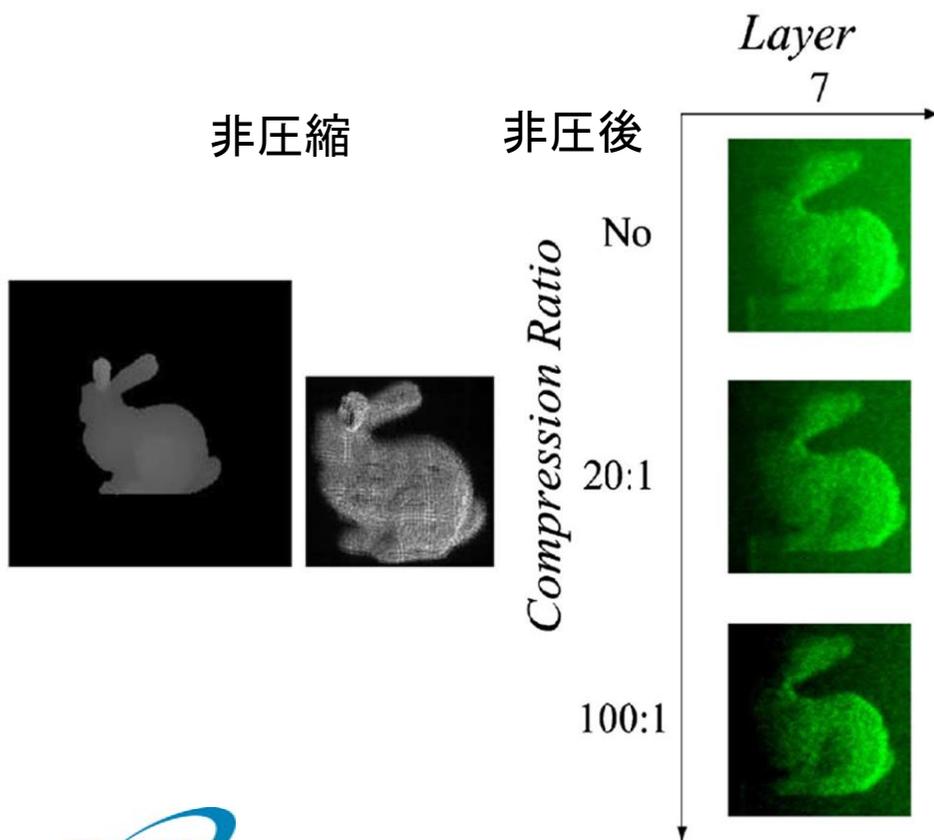
電子ホログラフィTVシステム

- 電子ホログラフィは,立体視要因を全て満たす理想的な立体テレビ.
- 課題の1つは膨大なデータ量(5 μ m画素で対角4cmの像は33M画素)



先行研究

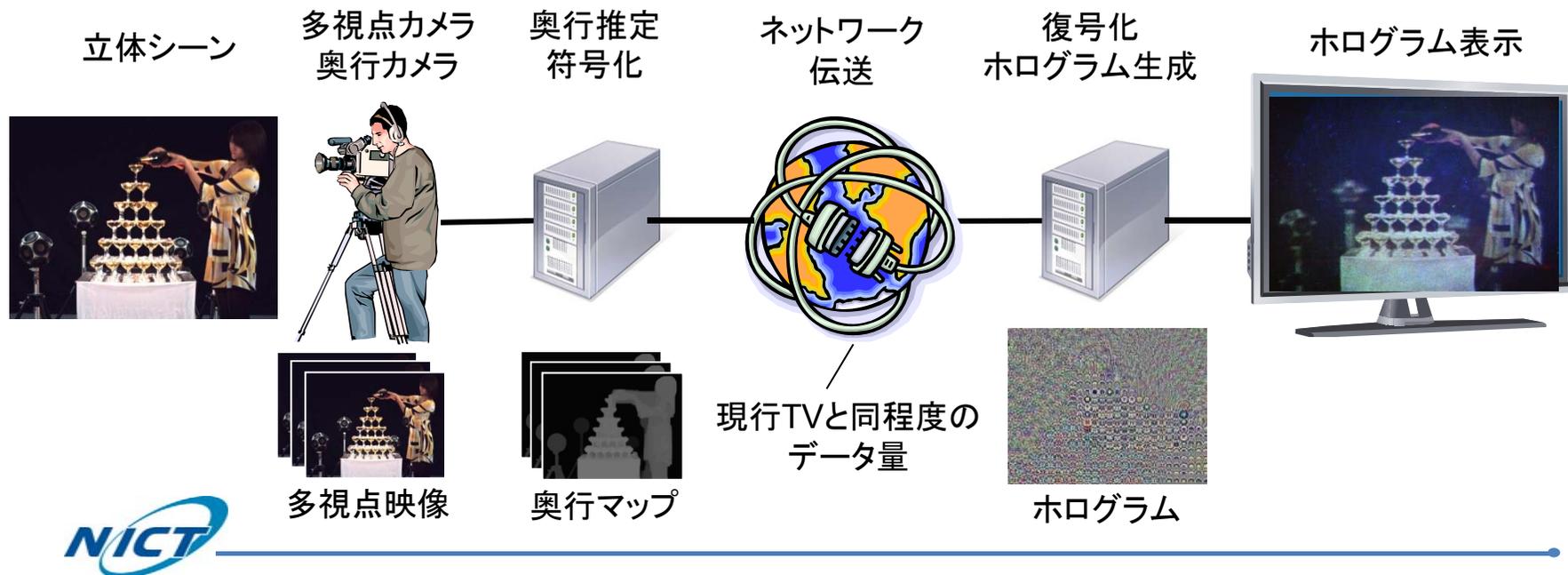
- ホログラムデータの直接圧縮では、圧縮率が上がらない
 - DCT, SBC, Wavelet, MPEG-1等 (文献[1]-[4])
ホログラムデータは白色雑音状で1:100以上の圧縮は困難



ホログラフィックTVシステムの提案

■ 多視点映像と奥行マップのホログラム変換で実現 [15]-[18][20]

- 多視点カメラで、立体シーンを撮影
- 奥行カメラ又は、多視点映像のステレオマッチングで、奥行マップ取得
- 多視点映像と奥行マップを圧縮してネットワーク伝送
- 受信側でCGHによりホログラム生成
- 電子ホログラフィディスプレイに表示



奥行カメラによる奥行マップ取得

- 奥行カメラは、被写体距離を**実時間測定**可能であるが、[8][9]
- 奥行カメラの解像度は、**高くない**。

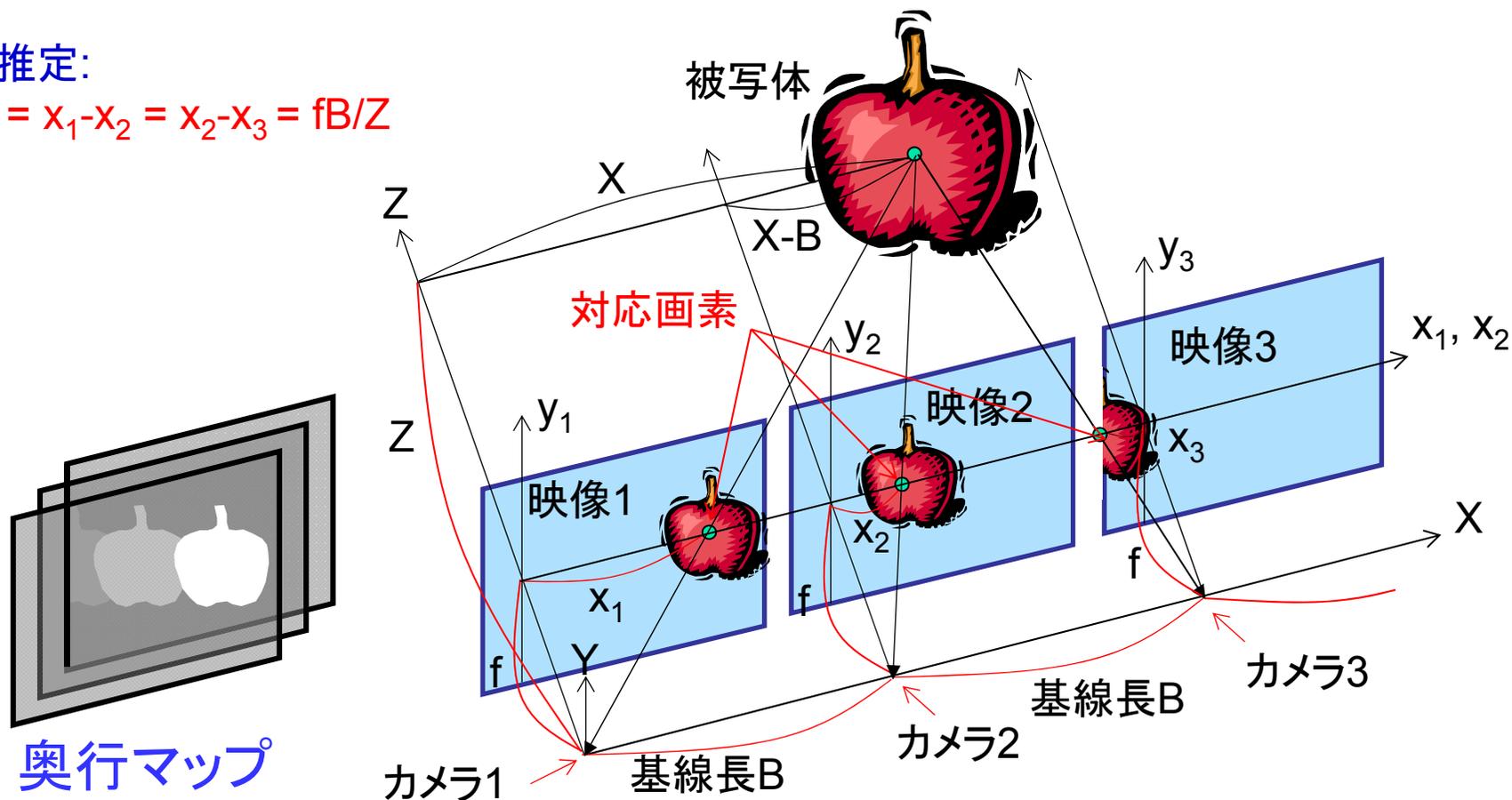


多視点映像から奥行マップを推定

- 対応点間の位置ずれ量が, 奥行値(視差量)となる[10]-[13]
- 対応画素は, ステレオマッチングで探す: 映像と同じ解像度 that 得られる

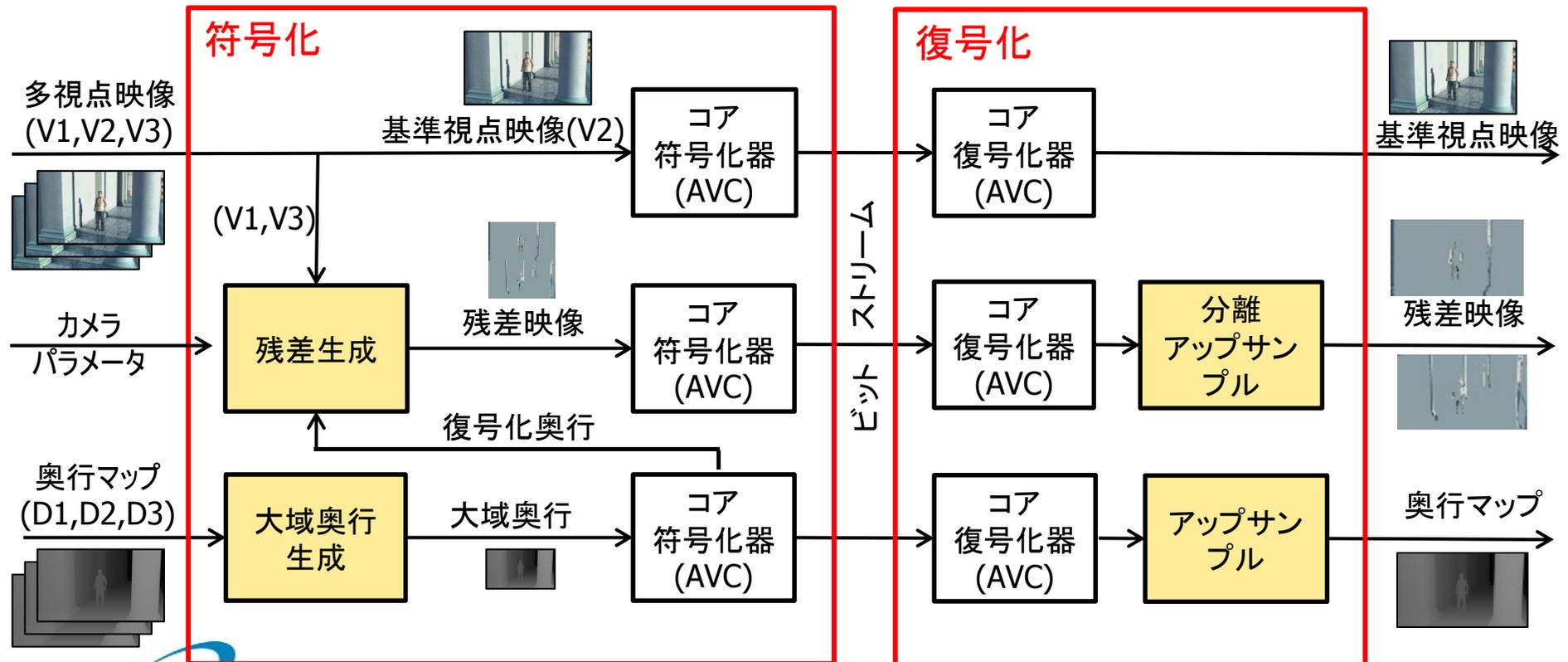
奥行推定:

$$\text{奥行} = x_1 - x_2 = x_2 - x_3 = fB/Z$$



多視点映像と奥行符号化方式^[14]

- 中央の基準視点映像は単独符号化し、2Dディスプレイとの互換性を確保.
- 複数の奥行マップは1つにまとめ、データ削減.
- 左右の残差映像はオクルージョン部分のみを符号化し、データ削減.
- 復号化出力は、多視点立体映像やホログラム生成に使用.



大域奥行生成

- 入力奥行マップを，中央視点に射影して平均化（奥行誤差の軽減）
- 射影で出来た画素の無い穴は，穴の左右を比較し，背景側の奥行で埋める
- 得られた奥行マップを，水平・垂直半分に画素間引（データ削減）



左奥行マップ $D_1(x_1, y)$ 中央奥行マップ $D_2(x_2, y)$ 右奥行マップ $D_3(x_3, y)$

$$\Delta x_i = \frac{fB}{255} \left(\frac{1}{Z_{near}} - \frac{1}{Z_{far}} \right) D_i(x_i, y) + \frac{fB}{Z_{far}} \quad (i = 1, 3)$$

$$x_g^1 = x_1 - \Delta x_1, \quad x_g^2 = x_2, \quad x_g^3 = x_3 + \Delta x_3$$

$$D_g(x, y) = \frac{D_g^1(x, y) + 2D_g^2(x, y) + D_g^3(x, y)}{4}$$

射影,
穴埋め,
平均化,
画素間引き

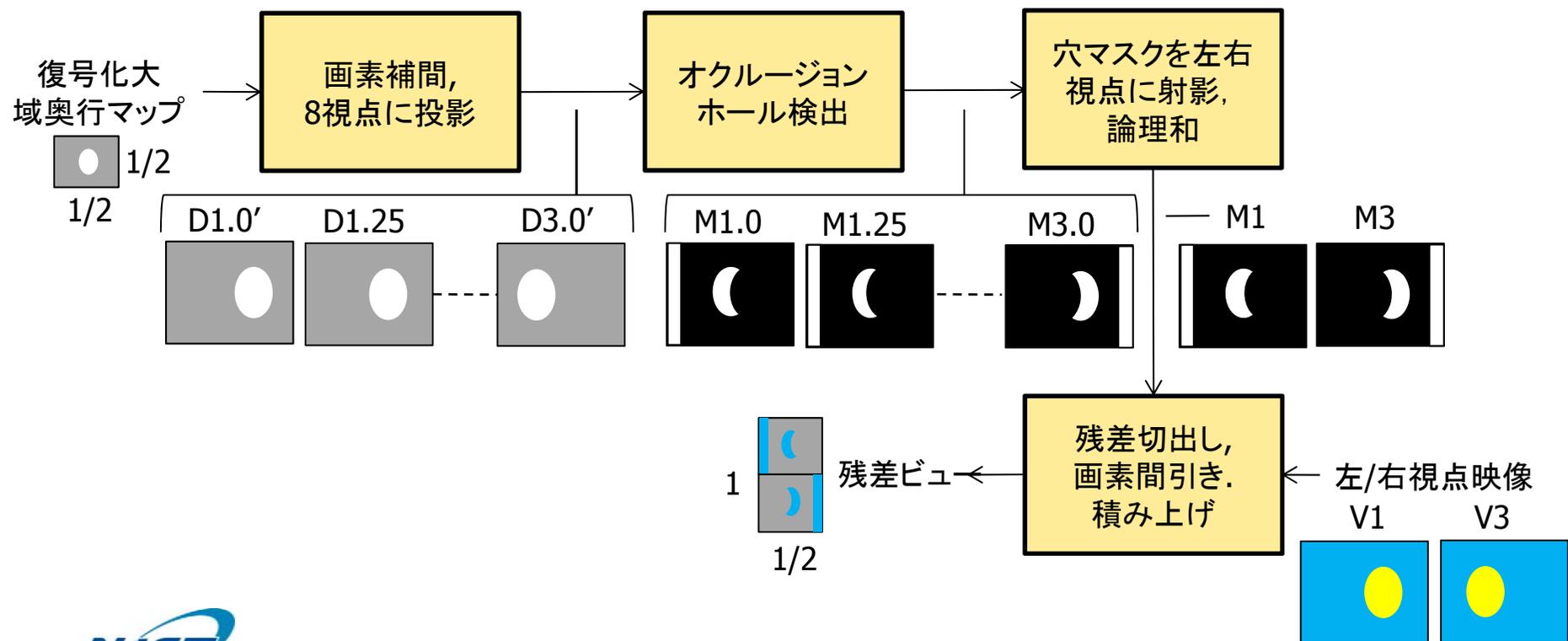


大域奥行マップ $D_g(x, y)$



残差ビュー生成

- 復号化奥行を画素補間して元サイズに戻し, 8テスト視点に射影し, 基準視点映像でカバーできない穴部分(オクルージョンホール)を探す(残差ビュー候補)
- 検出された穴マスクを左右視点に射影して, 穴部分の映像を切出す
- 切出映像を水平・垂直半分に画素間引きし, 1フレームに積上げ(残差ビュー)



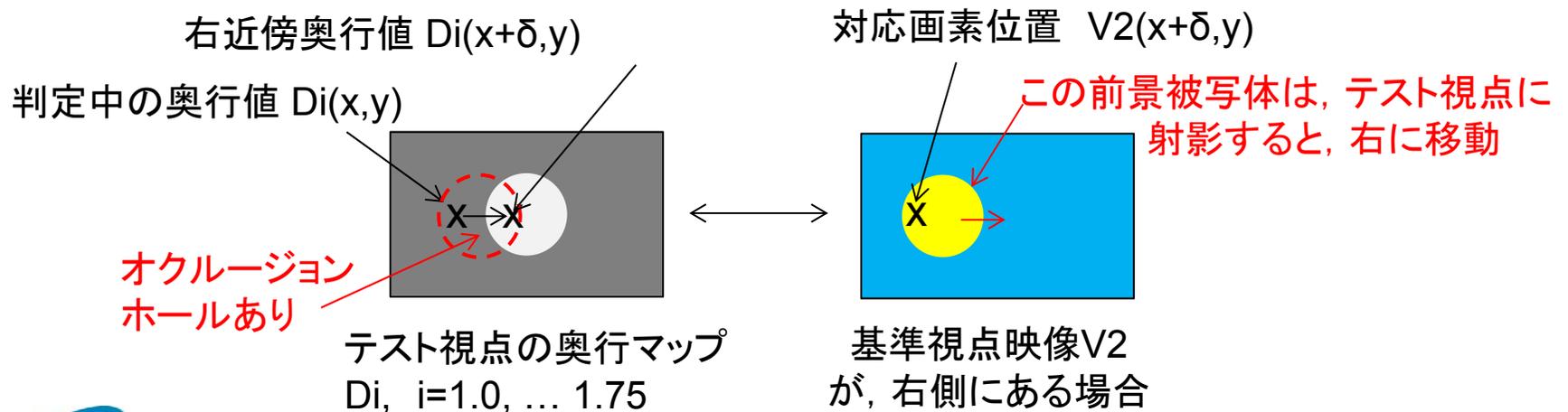
オクルージョンホール検出

- 奥行マップを調べて、基準視点映像でカバー出来ないオクルージョンホール(穴)を探す
- 基準視点映像のある側と同じ側に前景被写体があれば、穴の可能性有
- 探索範囲 δ は、シーンの最大視差量から与える

$$\text{for } (0 \leq \delta \leq \frac{fB_i}{Z_{near}}),$$

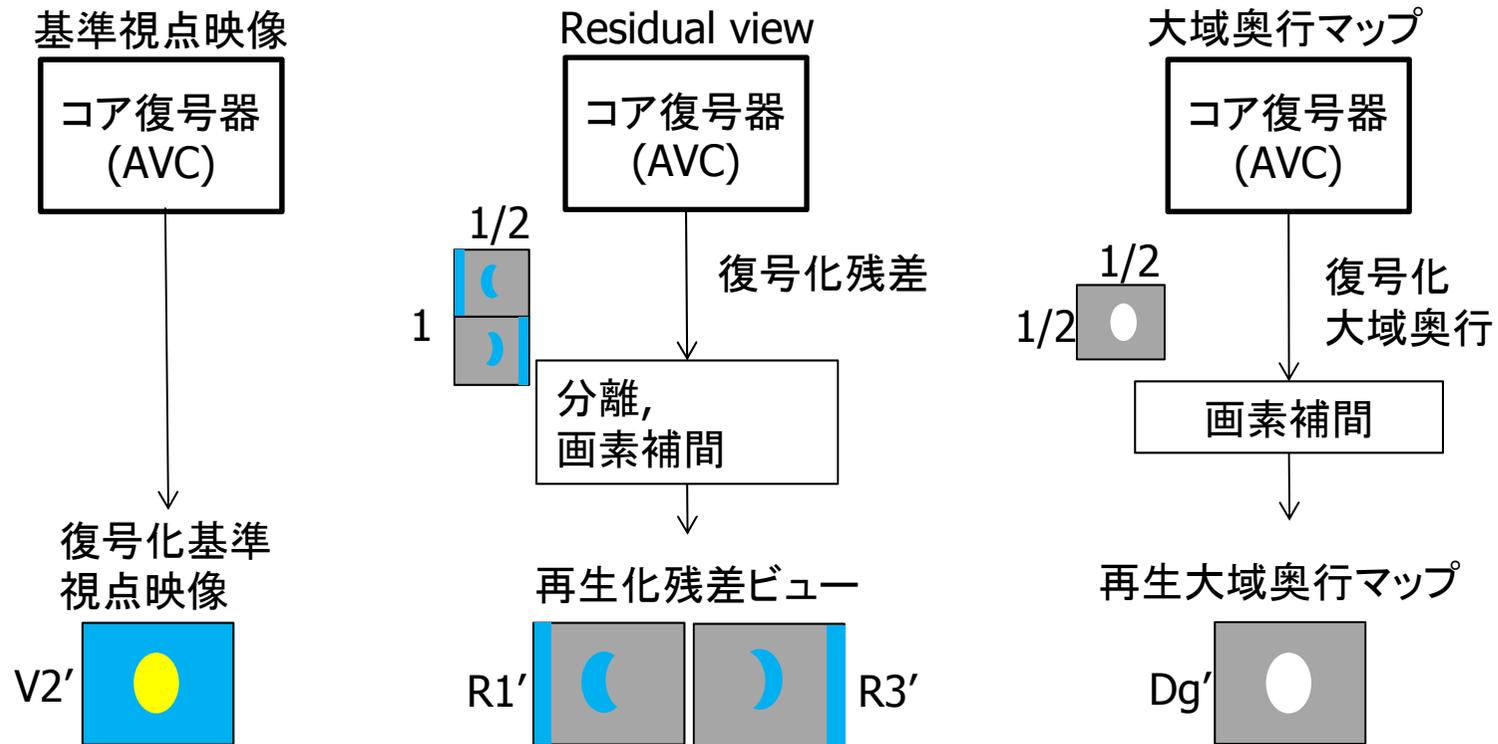
$$\text{if } \Delta = (Di(x + \delta, y) - Di(x, y)) \geq 0, \quad \text{calculate } \varepsilon = \frac{fB_i}{255} \left(\frac{1}{Z_{near}} - \frac{1}{Z_{far}} \right) \Delta,$$

$$\text{if } (\varepsilon \geq \delta, \text{ or } Di(x + \varepsilon, y) - Di(x, y) \geq k * \Delta), \quad (x, y) \text{ is in occlusion hole.}$$



復号

- 基準視点映像を復号
- 残差映像を復号後, 分離, 画素補間して元サイズに戻す
- 大域奥行を復号後, 画素補間して元サイズに戻す



ホログラム生成^[15]

- 物体光は, 基準視点映像の画素値と, 大域奥行マップ値から, コンピュータ生成ホログラムの手法(CGH)で計算する.
- 物体光に参照光を加えてホログラムを得る
- オクルージョンホール部分は, 残差映像からホログラムを計算する

大域奥行マップ $D(x,y)$



基準視点映像 $V(x,y)$



参照光 $R(u,v)$

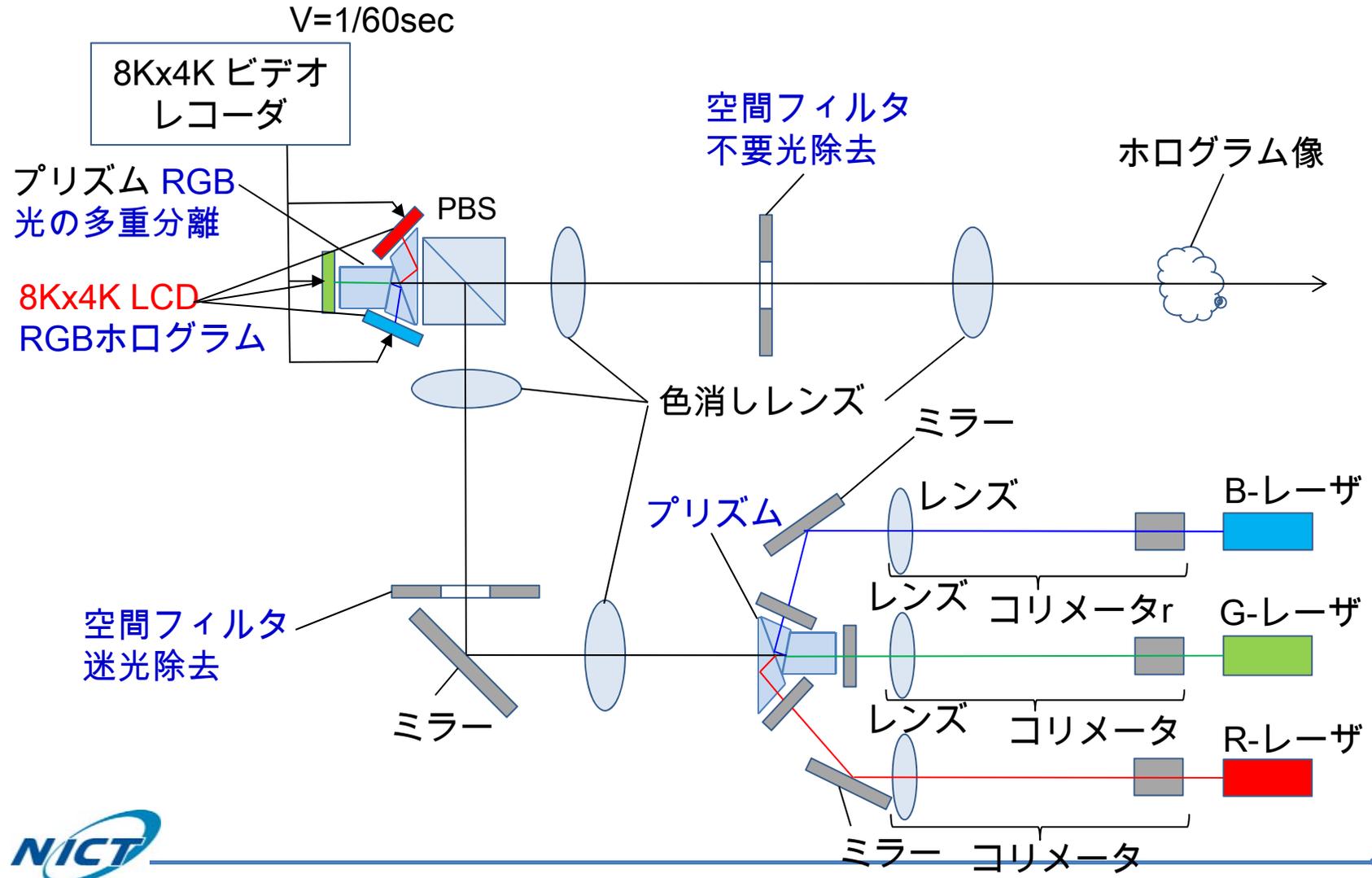
物体光

$$O(u,v) = \sum V(x,y) \exp(-jkd)/d$$
$$d = \sqrt{\{(x-u)^2 + (y-v)^2 + (D(x,y)-w)^2\}}$$
$$k = 2\pi/\lambda$$

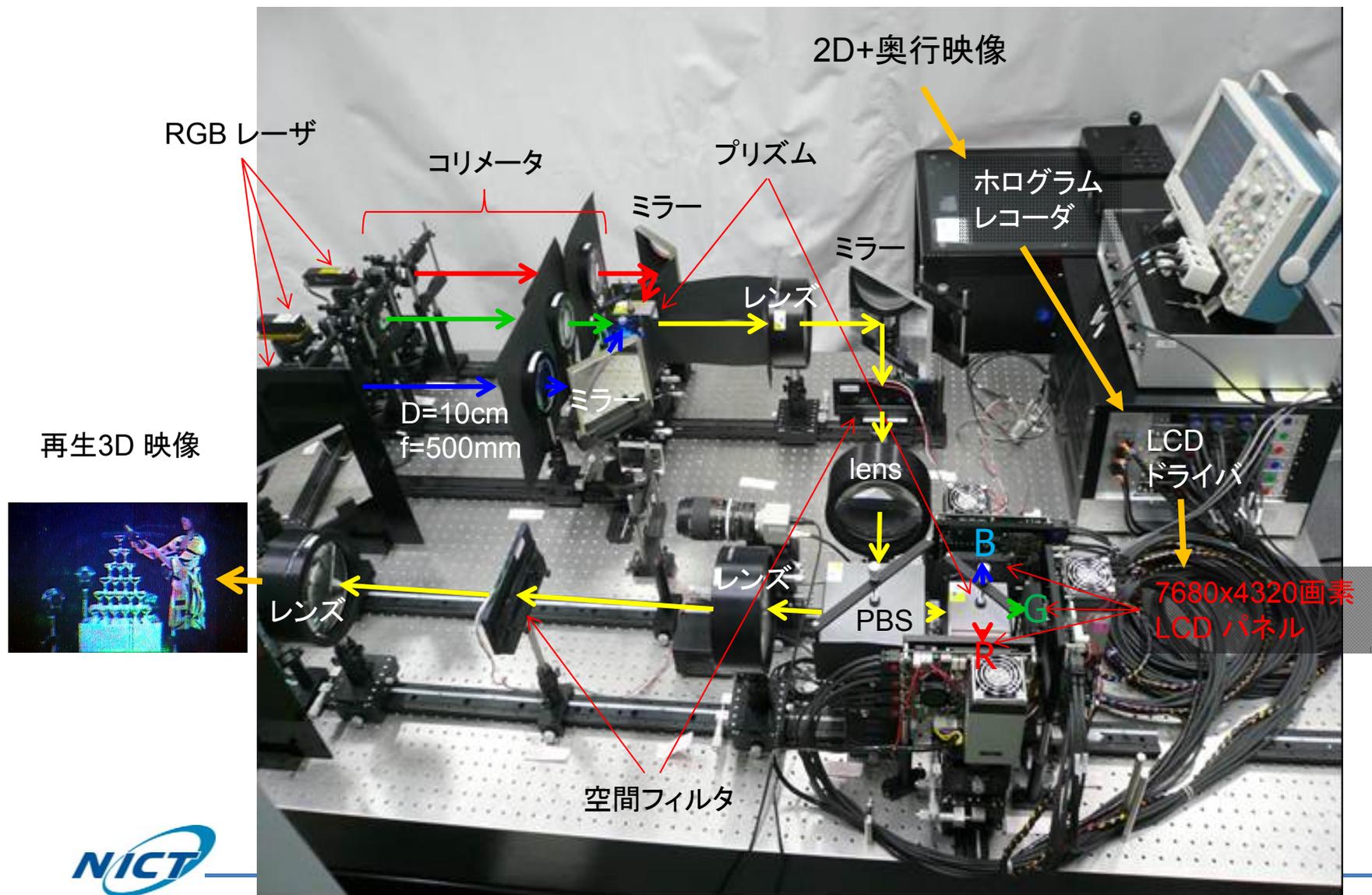
ホログラム
 $H(u,v) = |O+R|^2$

電子ホログラフィ再生システム^[17]

- フルカラー: 3 LCDs. 4.8 μ m画素 (像サイズ:対角4cm, 視域:5.6°)



電子ホログラフィ再生システム概観



実験に使った多視点映像

- 入力: 3視点映像: Champagne Tower V37, V39, V41 (名古屋大学提供[19])
- 奥行マップは, MPEG参照ソフトDERS5に繰り返し奥行推定を加え, 視点映像V36~V42から, 初期マップを手動で与えて推定(将来はデプスカメラ取得が好ましい)



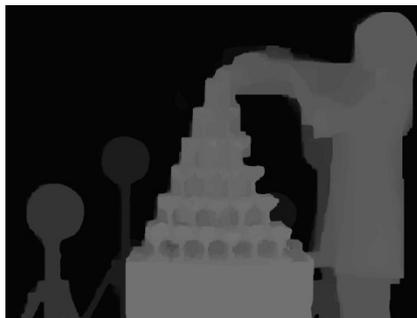
左視点映像 V37



中央視点映像 V39



右視点映像 V41



左奥行マップ D37



中央奥行マップ D39



右奥行マップ D41

画像サイズ (画素)	1280x960
フレームレート (fps)	30
長さ (フレーム)	300
色成分	YUV/420

カメラパラメータ

焦点距離 f (画素)	2963
基線長 B (mm)	100
最近距離 Znear (mm)	2032
最遠距離 Zfar (mm)	7784

符号化基準視点映像と大域奥行マップ

- データ量が削減されたが、画質劣化は見えない



入力映像 V39 (org, 442Mbps)



符号化映像 V39 (QP=41, 268Kbps)
1/1650圧縮



入力奥行マップ D37,39,41 (885Mbps)



符号化奥行マップ (QP=41, 41.3Kbps)
映像の15%

符号化残差ビュー

- データ量が削減されたが、画質劣化は見えない



入力映像 V37,41 (884Mbps)



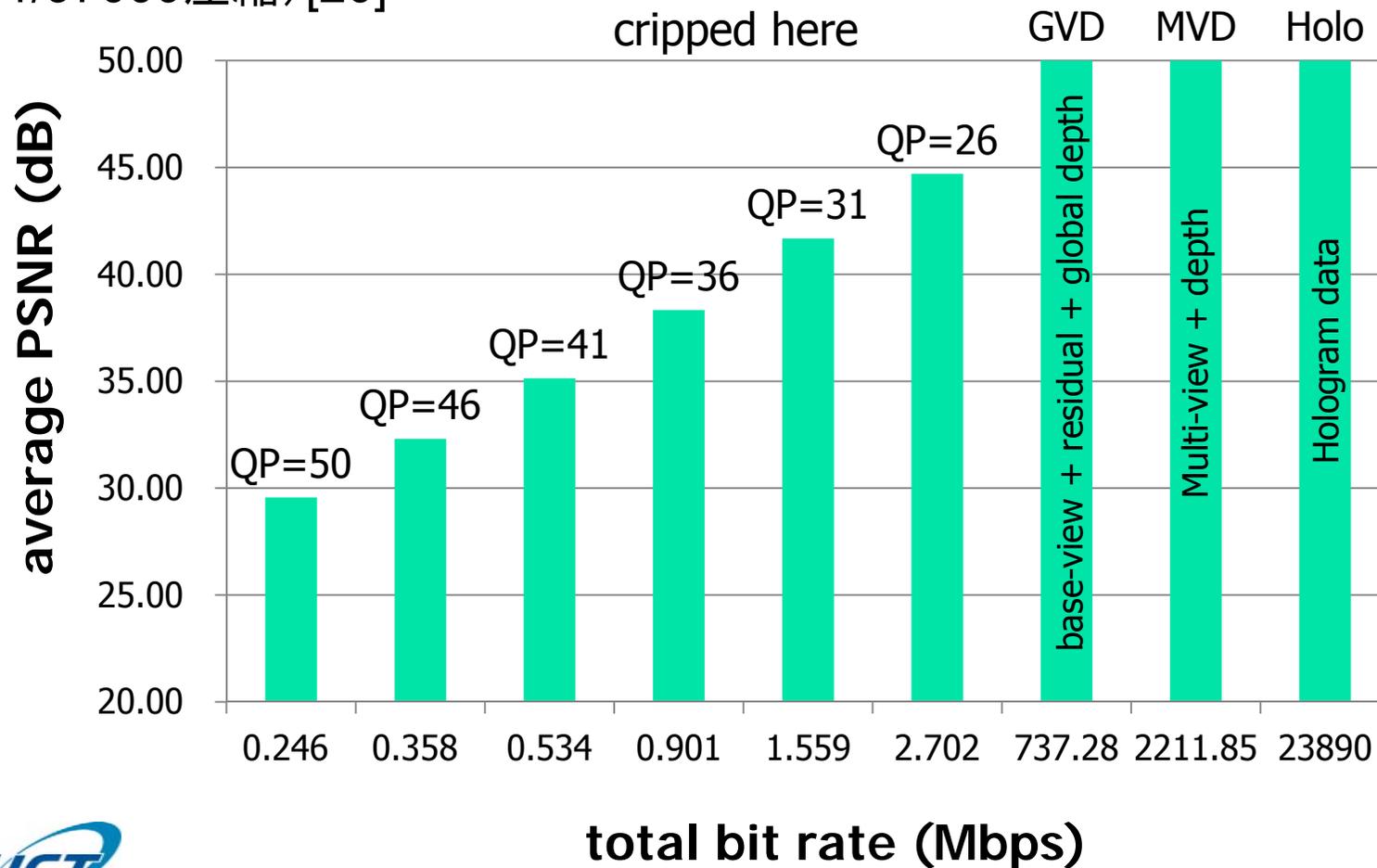
残差ビュー
(QP=0, 221Mbps)



符号化残差ビュー
(QP=41, 238Kbps)
1/3700圧縮

符号化映像のPSNRと全ビットレート

- ホログラムデータを直接伝送すると、23.9Gbps.が必要
- 2.2Gbps の多視点映像と奥行マップ(MVD)を 246kbpsまで圧縮(QP=50) (1/97000圧縮)[20]



生成されたホログラム

- 非圧縮データから生成されたホログラム(左)と, 圧縮データから生成されたホログラム(右)はややボケて見える.



非圧縮データ (23.9Gbps)から生成



圧縮データ(QP=41, 534Kbps)から生成
1/44700圧縮

再生された電子ホログラム映像

- 非圧縮(左)と, 圧縮データから再生されたホログラム像(右)は同じに見える



非圧縮 (23.9Gbps)



圧縮 (QP=26, 2.702Mbps)
1/8850圧縮

再生された電子ホログラム映像

- 圧縮データから再生されたホログラム像は、どれも同じに見える



圧縮 (QP=31, 1.559Mbps)
1/15300圧縮



圧縮 (QP=36, 901Kbps)
1/26500圧縮

再生された電子ホログラフィ映像

- 符号化SN($>31\text{dB}$)が, ホログラム再生SN($\approx 24\text{dB}$, 主にスペックル雑音)より, 6dB 以上高い場合は, 符号化雑音はホログラム再生雑音にマスクされたと思われる.



圧縮 (QP=41, 534Kbps)
1/44700圧縮



圧縮 (QP=46, 358Kbps)
1/66700圧縮

再生された電子ホログラフィ映像

- 符号化SN(≒ 29dB)が, ホログラム再生SN(≒24dB)に近くなると, マスクが効かなくなり, 符号化雑音(細部のボケ等)が見えだす.



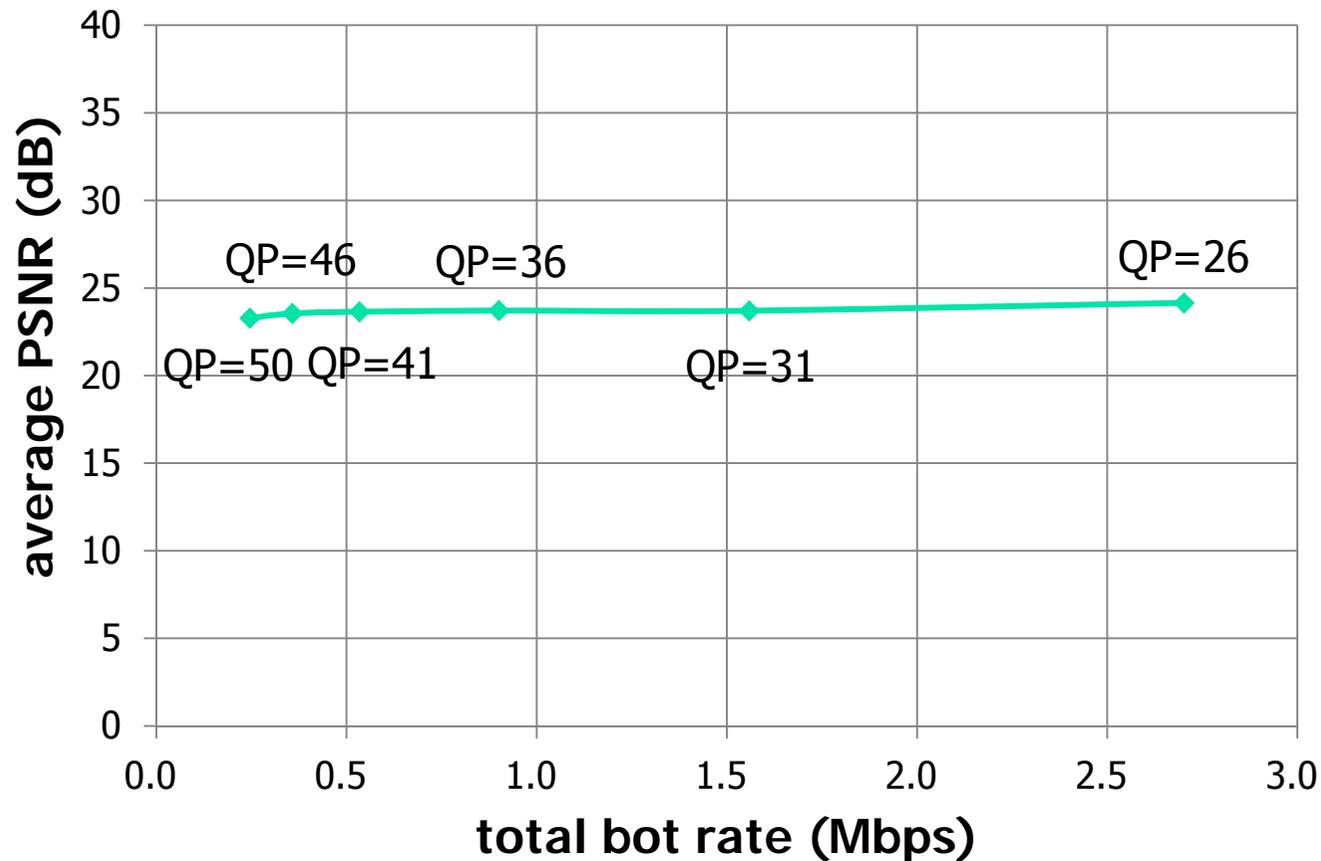
圧縮 (QP=50, 246Kbps)
1/97000圧縮

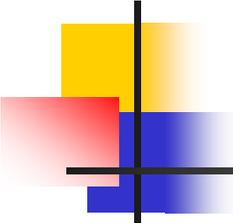


非圧縮 (23.9Gbps)

ホログラフィ像のPSNR対全ビットレート

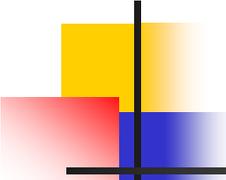
- 電子ホログラフィ再生映像のPSNRは、圧縮率によらず殆ど変化なし[20]
- SNの基準：非圧縮の電子ホログラフィ像の写真データ





結論

- 多視点映像と奥行マップを圧縮伝送して受信側でホログラム生成を行う電子ホログラフィTV システムを提案した.
- 提案方法は, ホログラムデータの直接伝送に比べて, 伝送すべきデータ量を1/97,000 まで削減出来た.
- 圧縮雑音が, ホログラム再生雑音(主にスペckル)より6dB以上小さい場合は, ホログラム再生雑音に圧縮雑音がマスクされたと思われる.
- 今後の課題は, スペckル低減, 実時間化, 大画面化等である.



参考文献

- [1] H. Yoshikawa and J. Tamai, "Holographic image compression by motion picture coding," Proc. SPIE 2652, 2-9 (1996).
- [2] A. Shortt, T. J. Naughton, and B. Javidi, "Compression of digital holograms of three-dimensional objects using wavelets," Opt. Express 14(7), 2625-2630 (2006).
- [3] E. Darakis and T. J. Naughton, "Compression of digital hologram sequences using MPEG-4," Proc. SPIE 7358, 735811 (2009).
- [4] Le Thanh Bang, Zulfiqar Ali, Pham Duc Quang, Jae-Hyeung Park, and Nam Kim, "Compression of digital hologram for three-dimensional object using Wavelet-Bandelets transform," Optics Express, Vol. 19, Issue 9, pp. 8019-8031 (2011).
- [5] JTC3V-C1003 | ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N13342, "3D-AVC Test Model 5" (2013).
- [6] Z.J. Yang, F. Chen, J. Zhao and H.W. Zhao, "A novel camera calibration method based on genetic algorithm", 3rd IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, 2008. ICIEA, 2222 - 2227 (2008).
- [7] F. Shao, G. Jiang, Z. Jiang, M. Yu, W. Liu and X. Chen, "New multi-view image color correction method with karhunen- loeve transform", 8th International Conference on Signal Processing, 2 (2006)
- [8] R. Lange and P. Seitz, "Solid-state time-of-flight range camera", IEEE Journal of Quantum Electronics, 37(3), 390 - 397 (2001)
- [9] J. Smisek, M. Jancosek and T. Pajdla, "3D with Kinect", IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), 1154 - 1160 (2011)
- [10] LT. Sach, K. Atsuta, K. Hamamoto and S. Kondo, "A Robust Stereo Matching Method for Low Texture Stereo Images", International Conference on Computing and Communication Technologies, RIVF '09, 1-8 (2009).
- [11] F.Pitie, "Using One Graph-Cut to Fuse Multiple Candidate Maps in Depth Estimation", Conference for Visual Media Production, CVMP '09, 205 - 212 (2009).
- [12] SB. Lee, KJ. Oh and YS. Ho, "Segment-Based Multi-View Depth Map Estimation Using Belief Propagation from Dense Multi-View Video", 3DTV Conference: The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video, 193 - 196 (2008).
- [13] T. Senoh, K. Yamamoto, R. Oi and T. Kurita, "Adaptive Depth Estimation for Multi-view Images", Proc. of Workshop on Picture Coding and Image Processing, PCSJ2010/IMPS2010, 143-144 (2010).
- [14] T. Senoh, K. Yamamoto, R. Oi, Y. Ichihashi, T. Kurita, "Simple Multi-View Coding with Depth Map", Proc. of 3DSA2012, S6-1, 223-227 (2012).
- [15] T. Senoh, K. Yamamoto, R. Oi, T. Mishina and M. Okui, "Computer Generated Electronic Holography of Natural Scene from 2D Multi-view Images and Depth Map", Proc of 2nd International Symposium on Universal Communication, 126-133 (2008).
- [16] T. Senoh, T. Mishina, K. Yamamoto, R. Oi and T. Kurita, "Viewing-Zone-Angle-Expanded Color Electronic Holography System Using Ultra-High-Definition Liquid-Crystal Displays With Undesirable Light Elimination", IEEE JDT, 7(7), 382-390 (2011).
- [17] T. Senoh, K. Yamamoto, R. Oi, Y. Ichihashi and T. Kurita, "Image Quality Improvement for Full-color Viewing-Zone-Angle-Expanded Electronic Holography System", Proc. of 3DSA2011, S6-1(Invited Paper), 191-194 (2011).
- [18] T. Senoh, Y. Ichihashi, R. Oi, H. Sasaki, K. Yamamoto, "Study of a Holographic TV System Based on Multi-View Images and Depth Maps", Proc. of SPIE 2013 Photonics West, 8644-10,1-15 (2013).
- [19] <http://www.tanimoto.nuee.nagoya-u.ac.jp/>
- [20] 妹尾, 市橋, 佐々木, 山本, "多視点映像と奥行マップ符号化と電子ホログラフィ再生", 3次元画像コンファレンス2013, 3-1, pp.41-44, 2013

ホログラフィカメラを使った短時間で可能なホログラム制作

Hologram production possible in a short time using the holography camera

有限会社 石川光学造形研究所 石川 洵

Jun Ishikawa, Ishikawa Optics & Arts corporation

<http://www.holoart.co.jp>

Abstract : The production of the hologram is difficult for many years; have been thought technically. In this report using the holography camera it is easy, and introduce hologram production possible in a short time.

1. はじめに

近年、残念なことに街中や、展覧会、ショップ、身の回り、等でホログラムに接することが少なくなってきた。これは銀塩写真の退潮と時期を同じくしている。しかし、フィルム写真からデジタルへの移行が15年以上の時間を共有してスムーズに行われたのに対し、銀塩ホログラフィは、バトンを渡すべきデジタルホログラフィがまだ実用域に達していないうちに勢いを失った。

ホログラフィは、最高の立体画像技術で、それを支えるのは冗長性、すなわち圧倒的な記録情報量である。これを簡易な手段で実現し、しかもデバイス無しで画像を再生できるのは今なお銀塩ホログラフィだけで、寂れ行くのは大変残念であり、復活を願うのは私だけではないだろう。

自らの力不足の反省もこめてホログラフィの退潮の原因を想像すると、ホログラフィは難しい技術で、高価で、とても時間のかかるものと思われていたからではないだろうか。

そこで、ホログラムの制作を体験したことのない多くの若い人たちに、ホログラムの制作が決して難しくないこと、そして、ホログラフィカメラを使えば短時間で可能なことを知っていただきたく、フレネルホログラムとリップマン・ホログラムマンの撮影の様子を紹介したい。

この動画は以前に撮影されたが、内容的には過去のものではなく、明日にでも再現可能である。なお、冗長を避けるため、現像処理や乾燥は編集で数分間カットしているが、その他はほぼリアルタイムである。

2. 制作の概要

2-1. ホログラフィカメラ

レーザー : He-Ne 光出力 5 mW、波長 632.8nm

ホログラムサイズ : 4 × 5 インチ (10.2 × 12.7 cm)

記録可能なホログラム : フレネル (レーザー再生)、リップマン (白色光再生)、レインボー (オフショ)

装置寸法 : W150、L450、H185 (撮影時 H355)

2-2. 現像処理

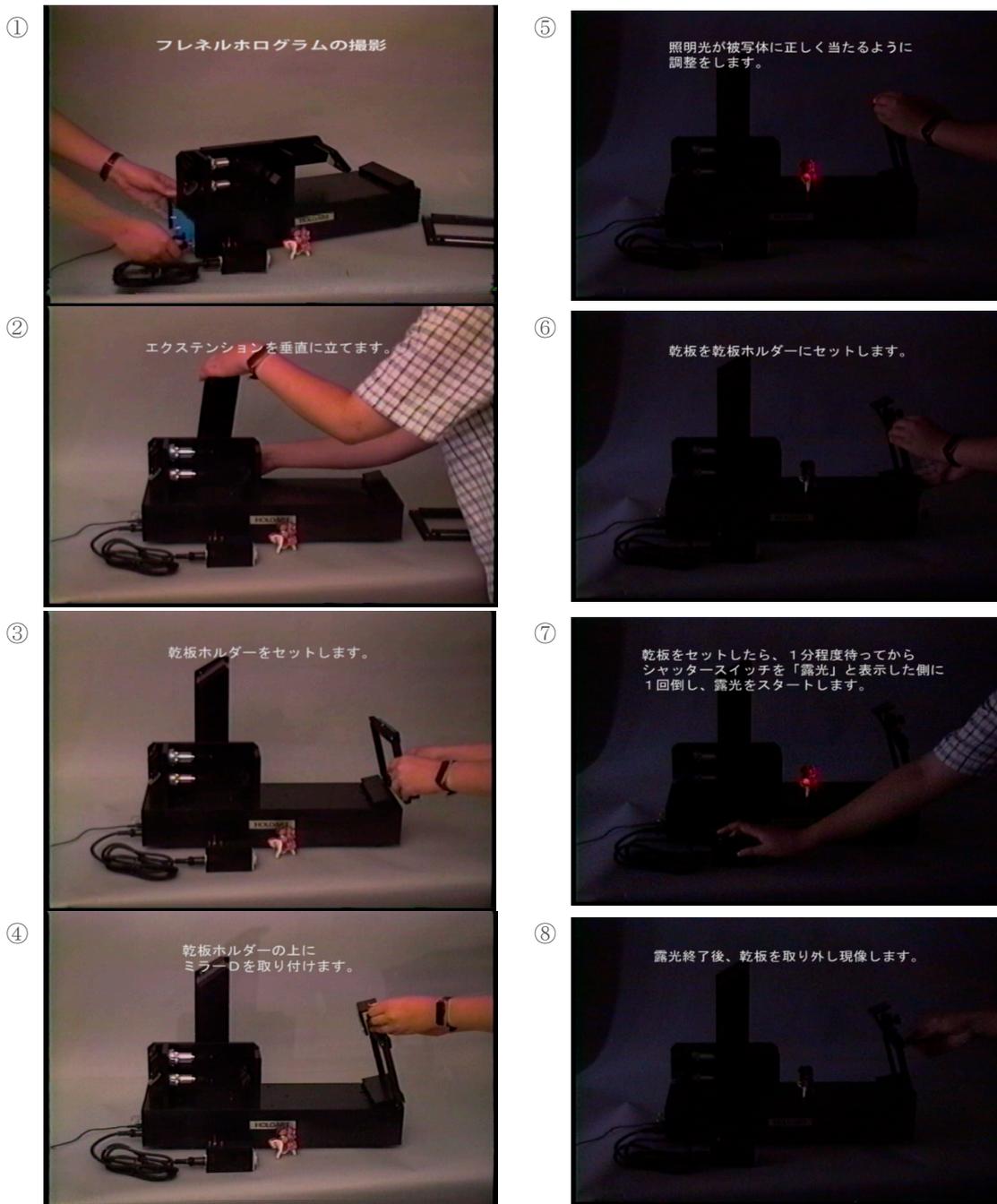
フレネル : D19 現像、定着、鉄 EDTA 漂白、自然乾燥

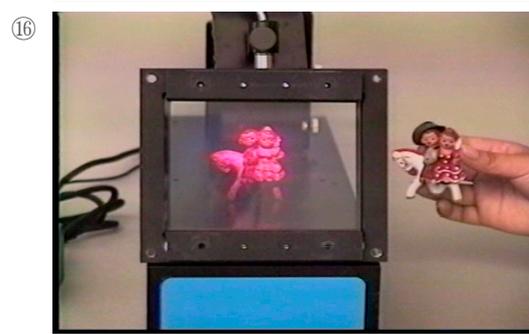
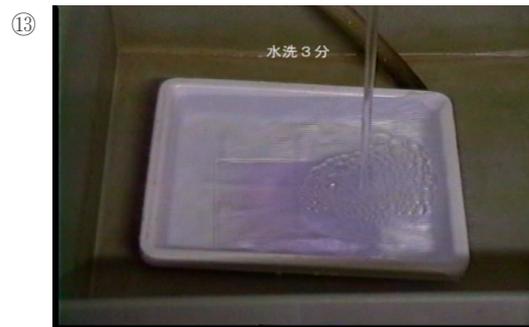
リップマン : GP-8 現像、定着、アルコール乾燥

3. ホログラムの制作工程（暗いカットはセーフティライトでの作業）

3-1. フレネルホログラム

ホログラフィカメラのセットアップ→光軸の調整→被写体の設置と照明の確認→乾板の取り付け→
待機時間→露光→現像→停止→定着→漂白→水洗→乾燥→照明（レーザー光）を当て画像を確認

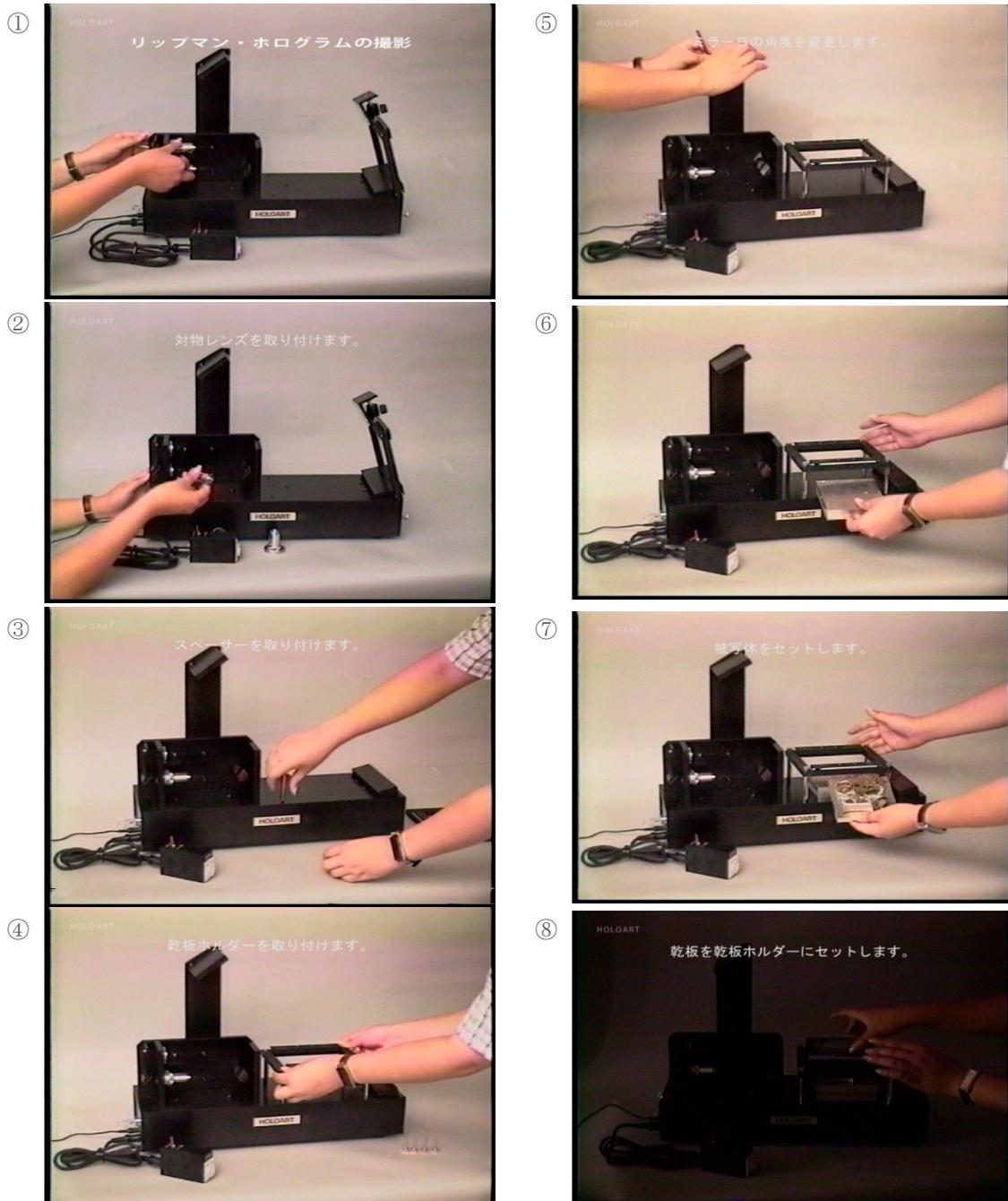




再生画像と実物

3-2. リップマンホログラム

ホログラフィカメラのセットアップ→光軸の調整→被写体の設置と照明の確認→乾板の取り付け→
待機時間→露光→現像→停止→定着→水洗→乾燥→照明（白色光）を当て画像を確認





4. まとめ

筆者は、唯一無二の立体映像技術、ホログラフィの継承の努力を続けたいと考えている。幸いまだ感光材料やホログラフィカメラ等の諸資材は生産されている。今後一人でも多くの方がこの分野に参入し、立体画像としてのホログラフィが復興することを願ってやまない。

参考資料

- YouTube：石川光学造形研究所「ホログラフィの撮影フレネルホログラム」、および「ホログラフィの撮影リップマンホログラム」。
- 石川光学造形研究所カタログ：ホログラフィカメラ HOLOART ES45

3D映像原著論文投稿規定

三次元映像のフォーラム
平成16年(2004年)3月31日制定

本誌は、「三次元映像のフォーラム」が発行する定期刊行誌であり、包含する領域は下記に示すように幅広く、投稿の機会を提供しています。投稿規定は、下記のとおりです。

1. 原著論文

「三次元映像のフォーラム」の会誌『3D映像』(年4回発行)は、三次元映像に係わる諸分野の原著論文を受け付けます。原著論文以外の投稿論文又は依頼論文、記事、報告などには本投稿規定を適用しない。

原著論文の種別は次のとおりとする。

論文：原則として刷り上がり6ページ以内

ショートペーパー：原則として刷り上がり2ページ以内

2. 投稿資格・時期

原著論文の投稿は、会員・非会員の別を問わず、また、随時に受け付ける。

3. 論文の分野

- (1) 三次元映像に関する基礎理論、システム設計、評価、人間・生命科学(心理、生理、医学、生物)など。
- (2) 三次元映像に関する応用技術に関する新規の方式など。
- (3) 三次元映像に関する産業、医学、教育、娯楽など。
- (4) 三次元映像に関する新たな現象や知見の体系化など。
- (5) 三次元映像に関する速報的な情報、実験結果、コンテンツなど。

以上に関わる分野において、新規の理論、技術、概念、現象、知見などに関する原著論文

4. 原著論文の条件

原著は次の条件を満たしていること。

◎原著論文の主文章は日本語または英語であること。

◎内容は未公表のものであること。

ただし、研究会、学会講演会、国際会議などにおいて口頭発表した内容を投稿したものは発表後でも原著論文として扱う。

5. 掲載の決定

論文掲載の可否は複数人による査読を経て査読委員会で決定する。

6. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権および著作権は、「三次元映像のフォーラム」に帰属する。ただし、本会が必要と認めたとき、あるいは外部からの引用の申請ならびに著作権使用の申請があったときは、査読委員会で審議し、転載ならびに著作権使用を認めることがある。

7. 執筆のガイドライン

- 以下に従って執筆し、後述の論文査読委員のいずれかに送付してください。
- ◎投稿表紙：論文の種類（原著論文またはショートペーパー）、表題、著書名、研究場所とその所在地およびこれらの英文記載。
最後に著者連絡先（所属名、電話・FAXおよび電子メールなど）を示す。
 - ◎投稿原稿には上記投稿表紙より著書名・研究場所とその所在地および著者連絡先を外したものを付すること。また、ヘッダ部分には著書名などを入れないこと。
 - ◎英文要旨（100語以内）を付し、対応する日本要旨を添えること。
 - ◎投稿原稿（1部）とコピー（2部）を用意すること。
 - ◎掲載可能となった場合、カメラレディの最終印刷原稿は著者の責任で用意すること。
 - ◎投稿論文本体のフォーマット
A4用紙の片面にワープロ出力する。図表等は本文中に嵌めこまなくてもよい。
論文のページ数は掲載時の印刷形態で6ページを標準として、10ページまでの超過を、また、ショートペーパーは2ページを標準として、4ページまで超過を認めます。何れの場合も、ページ数超過の場合は超過料金を科します。原稿の長さは、1ページが21文字×42行×2欄（1764文字）程度になることを目安にしてください。図表がある場合には、相当するスペースの文字数を差し引いて換算する。

8. 原著論文の撤回

審査中の論文が訂正などのため著者の手許に返却されたまま2カ月を経過した場合には、その論文の投稿は撤回されたものとみなす。

9. 投稿料

原著論文については6ページまで2万円とする。6ページを超える場合（最大10ページ）には超過分1ページにつき1万円を加算する。

ショートペーパーについては2ページまで1万円とする。2ページを超える場合（最大4ページ）には超過分1ページにつき1万円を加算する。投稿料には会誌5冊分が含まれる。

10. 査読の方針

査読においては、以下の点を中心に判定する。

- (1) 三次元映像の分野における新規性や創造性が認められる。
- (2) 裏付けのある技術情報が盛り込まれ、有効性、有用性が認められる。
- (3) 先行研究が調査され、必要な参考文献が挙げられ、参照されている。
- (4) 論文の位置付けが明確に示されている。

<<論文送付先・問い合わせ先>>

「三次元映像のフォーラム」事務局

羽倉弘之

〒230-0011 神奈川県横浜市鶴見区上末吉4-12-8

E-mail ; hagura@hyper.ocn.ne.jp

三次元映像のフォーラム：発表、投稿、展示、広告等申込用紙

発表/執筆/展示：連絡書 (FAX/郵送用)： TEL./FAX.: 045-572-7992

(当該項目の口にはチェック記号をご記入下さい。)

記入日：20 年 月 日

原稿等送付先：三次元映像のフォーラム 事務局

住所：〒230-0011 横浜市鶴見区上末吉4-12-8 羽倉 弘之 気付

E-Mail：hagura@hyper.ocn.ne.jp (原稿はメールに添付可能)

発信者：

電話： FAX.： E-mail：

所属：

住所：

自宅住所：

自宅電話： FAX.： E-mail：

口頭発表 / 原稿のみ / 既出論文 --> 出版者承諾済 予定ページ数 (ページ)

題目：

(英文)

口頭発表の場合： PC, OHP, スライド, VHS, DVD, デモ, 展示, その他：

発表者： (英名) (所属)

共同執筆者： (英名) (所属)

共同執筆者： (英名) (所属)

共同執筆者： (英名) (所属)

随想/ 書評 (内容：)

3D物品紹介 (内容：)

情報/ 案内 (内容：)

製品/ 展示 (内容：)

その他 (内容：

広告 (内容： B&W1P: 5万円/1回、 18万円/年; カラー1P: 8万円/1回、 30万円/年

(英名)

所属：

住所：

電話： FAX.： E-mail：

自宅住所：

自宅電話： FAX.： E-mail：

研究会	会場	開催日	原稿締切日	原稿発送予定日
第107回研究会	東京工業大学田町キャンパス	2014年3月15日	2014年2月中	2014年 月 日
第108回研究会・総会	未定	2014年6月(予定)	2014年5月中	2014年 月 日
第109回研究会	未定	2014年9月(予定)	2014年8月中	2014年 月 日
以後の研究会	未定	年4回随時開催		

備考：発表、展示、デモ等には一切費用が掛かりません。この機会をご利用下さい。

”3D映像” 執筆要項

1. 原稿を写真製版してB5版で印刷します。原稿はできるだけ、タイプまたはワープロで打ってください。A4版からの縮小は可能です。
文字、図表があまり小さくならないよう、文字の大きさを選択してください。
2. 題名、著者名、所属、本文、図表、写真、文献、脚注等は、B5版にしたとき、
横 15cm 縦 21cm
程度におさまるように、タイプ打ち（レイアウト）してください。
3. 第1ページの上部には、題名（拡大文字）、著者名、所属および連絡先（住所および電話番号等）を各々改行してお打ちください。
本文は2行あけて打ちはじめてください。
4. 英文の題名、著者名、所属、連絡先、Key Word は、第1ページ下部に脚注としてまとめてお打ちください。
5. 図表は、適切な位置にのり付けしてください。
写真は、裏面に著者名と図面番号を記入し、適切な位置に軽くのり付けしてください。
6. ページ数は、講演、発表、報告については4～16ページ位とします。
7. 別の機会に発表されたものをお使いになるときは、著者の方で転載許可をおとりください。また、脚注にそのことを明記してください。
8. 文献の書き方については、当分の間、著者の慣行にしたがってください。
9. 印刷の都合がありますので **提出期日を厳守** してください。研究会資料となる原稿が含まれる”号”についての原稿提出期日は研究会開催日の3週間前とします。

原稿送付先：〒230 横浜市鶴見区上末吉 4-12-8
-0011

羽倉弘之宛 (TEL・FAX 045-572-7992)

電子データは hagura@hyper.ocn.ne.jp

〔日本科学技術情報センター（JICST）による英文抄録利用について〕

本誌掲載の論文等の抄録は（特殊法人）日本科学技術情報センターの文献速報に採録されています。著者記述の英文抄録を同センターのデータ・ベース JICST-E に採録使用します。国際間の情報交換のために、著者各位におかれましては上記のことをご了承の上、邦文の投稿論文にも必ず英語の要約（アブストラクト）を前文に付けていただくようお願いいたします。

〔注〕 本会誌にて掲載論文等についての著作権は執筆者および本フォーラムに帰属します。また、将来 CD-ROM 化等については、フォーラムの判断に基づいて行なわれます。

送付先	氏名：					電話：			<input type="checkbox"/> 会員、 <input type="checkbox"/> 非会員				
所属名：						FAX：			E-Mail：				
住所：	□□□-□□□□												
回	年	月	巻数	号数	通巻	非会員	会員(追加)	在庫	注文数	指定頁	頁数	合計金額	備考(執筆者名等)
1	1987	8	1	1	1	1,000	500	有					
2	1987	12	1	2	2			絶版		~			
	1987	12	会員名簿					絶版					
3	1988	3	2	1	3	1,000	500	有					
4	1988	6	2	2	4	1,000	500	有					
	1988	6	特別号		5			絶版		~			
5	1988	7	2	3	6	1,000	500	有					
6	1988	9	2	4	7	1,000	500	有					
7	1989	1	3	1	8			絶版		~			
8	1989	4	3	2	9			絶版		~			
9	1989	6	3	3	10	1,000	500	有					
10	1989	10	3	4	11			絶版		~			
11	1990	1	4	1	12	1,000	500	有					
	1990	1	会員名簿					絶版					
12	1990	4	4	2	13			絶版		~			
13	1990	6	4	3	14			絶版		~			
14	1990	10	4	4	15	1,000	500	有					
15	1991	1	5	1	16	1,000	500	有					
16	1991	4	5	2	17			絶版		~			
17	1991	6	5	3	18			絶版		~			
18	1991	10	5	4	19	1,000	500	有					
19	1992	3	6	1	20			絶版		~			
20	1992	6	6	2	21			絶版		~			
21	1992	11	6	3	22			絶版		~			
22	1993	1	7	1	23	1,000	500	有					
23	1993	3	7	2	24	1,000	500	有					
24	1993	7	7	3	25	1,000	500	有					
25	1993	10	7	4	26	1,000	500	有					
26	1993	12	7	5	27	1,000	500	有					
27	1994	4	8	1	28	1,000	500	有					
28	1994	6	8	2	29	1,000	500	有					
29	1994	10	8	3	30	1,000	500	有					
30	1995	1	9	1	31	1,000	500	有					
31	1995	3	9	2	32	1,000	500	有					
32	1995	7	9	3	33	1,000	500	有					
33	1995	9	9	4	34	1,000	500	有					
34	1995	1	9	5	35	1,000	500	有					
35	1996	1	10	1	36	1,000	500	有					
36	1996	4	10	2	37	1,000	500	有					
37	1996	7	10	3	38	1,000	500	有					
	1996	7	会員名簿					絶版					
38	1996	10	10	4	39	1,000	500	有					
39	1997	1	11	1	40	1,000	500	有					
40	1997	5	11	2	41	1,000	500	有					
41	1997	9	11	3	42	1,000	500	有					
42	1997	12	11	4	43	1,000	500	有					
43	1998	1	12	1	44	1,000	500	有					
44	1998	5	12	2	45	1,000	500	有					
45	1998	9	12	3	46	1,000	500	有					
46	1998	12	12	4	47	1,000	500	有					
47	1999	1	13	1	48	1,000	500	有					
48	1999	5	13	2	49	1,000	500	有					
49	1999	9	13	3	50	1,000	500	有					
50	1999	12	13	4	51	1,000	500	有					

「3D映像」バックナンバー注文用紙 (郵便/FAX用)

(申込日：平成 年 月 日)

送付先氏名：		電話：		□ 会員、□ 非会員									
所属名：		FAX：		E-Mail：									
住所：□□□-□□□□													
回	年	月	巻数	号数	通巻	非会員	会員(追加)	在庫	注文数	指定頁	頁数	合計金額	備考(執筆者名等)
51	2000	3	14	1	52	1,000	500	有					
52	2000	6	14	2	53	1,000	500	有					
	2000	6	総目次					絶版					
53	2000	9	14	3	54	1,000	500	有					
54	2000	12	14	4	55	1,000	500	有					
55	2001	3	15	1	56	1,000	500	有					
56	2001	6	15	2	57	1,000	500	有					
57	2001	9	15	3	58	1,000	500	有					
58	2001	12	15	4	59	1,000	500	有					
59	2002	3	16	1	60	1,000	500	有					
60	2002	6	16	2	61	1,000	500	有					
61	2002	9	16	3	62	1,000	500	有					
62	2002	12	16	4	63	1,000	500	有					
63	2003	3	17	1	64	1,000	500	有					
64	2003	5	17	2	65	1,000	500	有					
65	2003	8	17	3	66	1,000	500	有					
66	2003	12	17	4	67	1,000	500	有					
67	2004	3	18	1	68	1,000	500	有					
68	2004	5	18	2	69	1,000	500	有					
69	2004	9	18	3	70	1,000	500	有					
70	2004	12	18	4	71	1,000	500	有					
71	2005	3	19	1	72	1,000	500	有					
72	2005	6	19	2	73	1,000	500	有					
73	2005	9	19	3	74	1,000	500	有					
74	2005	12	19	4	75	1,000	500	有					
75	2006	3	20	1	76			絶版		~			
76	2006	5	20	2	77	1,500	700	有					
77	2006	9	20	3	78	1,500	700	有					
78	2006	11	20	4	79			絶版		~			
79	2007	3	21	1	80	2,000	1,500	有					
80	2007	6	21	2	81			絶版		~			
81	2007	9	21	3	82	2,000	1,500	有					
82	2007	12	21	4	83	2,000	1,500	有					
83	2008	3	22	1	84	2,000	1,500	有					
84	2008	6	22	2	85			絶版		~			
85	2008	9	22	3	86	2,000	1,500	有					
86	2008	11	22	4	87	2,000	1,500	有					
87	2009	3	23	1	88			絶版		~			
88	2009	7	23	2	89			絶版		~			
89	2009	10	23	3	90	2,000	1,500	有					
90	2009	12	23	4	91	2,000	1,500	有					
91	2010	3	24	1	92	2,000	1,500	有					
92	2010	6	24	2	93	2,000	1,500	有					
93	2010	9	24	3	94	2,000	1,500	有					
94	2010	12	24	4	95	2,000	1,500	有					
95	2011	3	25	1	96	2,000	1,500	有					
96	2011	6	25	2	97	2,000	1,500	有					
97	2011	9	25	3	98	2,000	1,500	有					
98	2011	12	25	4	99	2,000	1,500	有					
99	2012	3	26	1	100	2,000	1,500	有					
100	2012	7	26	2	101	2,000	1,500	有					
101	2012	9	26	3	102	2,000	1,500	有					電子ジャーナル(DVD)
102	2012	12	26	4	103	2,000	1,500	有					電子ジャーナル(DVD)
103	2013	4	27	1	104	2,000	1,500	有					電子ジャーナル(DVD)
104	2013	7	27	2	105	2,000	1,500	有					電子ジャーナル(DVD)
105	2013	9	27	3	106	2,000	1,500	有					電子ジャーナル(DVD)
106	2013	12	27	4	107	2,500	2,000	有					電子ジャーナル(DVD)
合計													
								総合計					

備考：送料は当方が負担します。

ご注文は本用紙にご記入の上、下記の郵便振替、銀行振込

ないしは現金書留にてご送金下さい。ご入金確認後、お送り致します。

なお、在庫切れになりました場合は、ご容赦下さい。ご返金致します。

また、絶版号のみ30円/1ページで指定ページの複写をお受け致します。

なお、間違いを防ぐために、代表筆者名などを備考欄にご記入下さい。

注文書送付先： 〒230-0011 横浜市鶴見区上末吉4-12-8 Tel./Fax.: 045-572-7992

羽倉弘之 宛 (「3D映像」バックナンバー担当幹事)

郵便振替口座番号：00260-8-112738 振替口座名義：三次元映像のフォーラム

銀行口座：みずほ銀行 綱島支店 普通預金 口座番号：2152753 口座名：三次元映像のフォーラム

請求書：□要、□不要、領収書：□要、□不要

入金方法：□銀行振込、□郵便、□現金書留(銀行振り込みの場合は、ご連絡をお願いします。)

三次元映像のフォーラム

入会のおすすめ

人と人、人と自然、そして人と機械との交流はより頻繁になり、また複雑になってきました。その豊かな情報を人間の五感に、より一層の調和を与えるインターフェイスを必要としてきました。とりわけ、より高次元の感覚に訴えて表現する手法今後も引き続き発展するものと考えられます。

中でも、三次元空間に広がる映像は、視覚の潜在能力を引出し、より高度な情報文化の表現手段として、非常に幅広い分野から希求されてきました。また、今日、コンピュータの発展により、表示技術の著しい進展は、より高次元の映像による情報交換の現実性を強めています。

応用技術として、二眼式、多眼式、アナグリフ方式、偏光方式、液晶シャッター方式、レンチキュラー方式、ホログラフィ方式による映像等が多く利用されております。

さらに応用分野として、三次元動画像やCGをはじめ医用診断、シミュレーション、バーチャル・リアリティ、人工生命、マルチメディア、ネットワークなど、さらには教養、娯楽の分野にわたるまで、その利用分野はますます拡大しています。

三次元映像に対する要望に応えるには、新しい科学技術の成果を取り入れる画像技術者と、その基となる空間視覚系の研究者、および三次元映像を実社会で活用する利用者との、密に協力する必要があります。そのため、今日、それぞれの分野の垣根を外して、広く交流する場が求められています。

本フォーラムの目的は以上の趣旨に則り、三次元映像にご関心の深い方々との間で、一層の相互研鑽と情報交換の機会を提供することです。

皆様のご理解とご支援を頂きたく、お願い申し上げますとともに、積極的なご参加をお待ち申し上げます。

【本フォーラムの主な活動】

1. 研究会（例会4回／年）、シンポジウム、講演会、展示会、見学会などの開催
2. 会誌『3D映像』の発行（4回／年、主に研究会にて配布）
3. 内外の関係団体との協力
4. 啓蒙、研究活動（講習会、展示、視察、共同調査を含む）
5. 本会の活動内容に適していると認められる各種の活動

入会金および年会費

	入会金	年会費
個人会員	2,000円	10,000円
学生会員	1,000円	4,000円
賛助会員（1口）		30,000円

広告

1頁白黒	1回5万円、4回（年間）18万円
1頁カラー	1回8万円、4回（年間）30万円

《振込先》

口座名義：三次元映像のフォーラム
 郵便振替：00260-8-112738
 銀行振込：みずほ銀行 綱島支店
 口座番号：普通預金 2152753

入会申込先

E-Mail：hagura@hyper.ocn.ne.jp
 〒230-0011 横浜市鶴見区上末吉4-12-8 羽倉気付

Tel/Fax：045-572-7992

三次元映像のフォーラム 入会申込書

ご住所、所属変更等のご連絡にもご利用下さい 変更届 ()

連絡先（現住所・所属機関）を○で囲んで下さい。

ローマ字			印	*入会年月日	年 月 日
氏名 Name	氏 (Family)	名 (Given)		生年月日	年 月 日
				性別	男 ・ 女
現住所 Address	〒 -				
	Tel.				
	Fax.			E-mail :	
所属機関	名称	所属部署			
	Office				
	所在地 Address	〒 -			
	Tel.				
	Fax.			E-mail :	
最終学歴	大学 大学院	学部	学科	課程	年 卒業・在学
学位	職名	関連所属 学会等			
専門分野					
会員種別	個人・学生・賛助・その他 ()			入会金	
*推薦者	(自薦可)		<input type="checkbox"/> 住所等変更連絡		入会 年度

見積書 請求書 納品書 が必要です。

顧問 (50音順・敬称略)

池内克史 (東京大学 教授)	館 暲 (慶應義塾大学 教授)
出澤正徳 (元電気通信大学 教授)	辻内順平 (東京工業大学 名誉教授)
奥山文雄 (鈴鹿医療科学大学大学院)	寺島信義 (元早稲田大学 教授)
尾上守夫 (東京大学 名誉教授)	畑田豊彦 (東京眼鏡専門学校 校長)
竹内修 (亜細亜画像研究所)	濱崎襄二 (東京大学 名誉教授)

代表幹事

羽倉 弘之 (デジタルハリウッド大学院 特任教授/東京国際大学)

幹事 (50音順・敬称略)

青木輝勝 (東北大学)	佐藤誠 (東京工業大学)
石井勢津子 (美術家)	柴田隆史 (早稲田大学)
石川洵 (石川光学造形研究所)	島和也 (日本カメラ博物館)
石本光 (日本ライトン)	島井博行 (電気通信大学)
伊藤裕二 (フォーラムエイト)	杉山知之 (デジタルハリウッド大学/大学院)
岩田藤郎 (元凸版印刷)	角文雄 (埼玉工業大学)
内田龍男 (東北大学)	陶山史朗 (徳島大学)
大口孝之 (映像ジャーナリスト)	妹尾孝憲 (情報通信研究機構)
大場省介 (SONY PCL)	鉄谷信二 (東京電気大学)
小佐野峰忠 (会津大学)	苗村健 (東京大学)
可児一孝 (滋賀医科大学)	中嶋正之 (東京工業大学)
加納裕 (ソフトキューブ)	二唐東朔 (シルバーリハビリテーション協会)
河合隆史 (早稲田大学)	橋本信幸 (シチズン時計)
河合輝男 ((財)NHK エンジニアリングサービス)	服部知彦 (シーフォン)
河口洋一郎 (東京大学)	原島博 (東京大学 名誉教授)
神部勝之 (ソリッドレイ研究所)	坂野義光 (先端映像研究所)
北岡明佳 (立命館大学)	本田捷夫 (元千葉大学)
草原真知子 (早稲田大学)	村上幹次 (GIT)
久保田敏弘 (元京都工芸繊維大学)	村上伸一 (東京電機大学)
桑山哲郎 (キヤノン)	山田博昭 (元芝浦工業大学)
佐藤隆夫 (東京大学)	吉川浩 (日本大学)

評議員 (50音順・敬称略)

伊與田哲男 (富士ゼロックス)	鈴木正一 (NHKメディアテクノロジー)
大久保明 (バンドナムコゲームス)	中郡聡夫 (国立がんセンター東病院)
加藤才治 (緑光舎)	中村耕治 (デンソー基礎研究所)
亀山研一 (東芝 研究開発センター)	羽太謙一 (女子美術大学)
岸本幸臣 (元大阪教育大学、羽衣国際大学)	平原国男 (平原生産技術事務所)
コーエン、マイケル (会津大学)	藤井俊彰 (東京工業大学)
小林昭彦 (小林歯科クリニック)	藤田倫成 (エンゼル小児科医院)
塩沢隆広 (詫間電波工業高等専門学校)	三原正一 (インフォマティクス)
清水京造 (ピューマジック)	峯松万尚 (アイアクト)
上古琢人 (立体技研)	宮尾克 (名古屋大学)
杉浦陽子 (リコー)	行松慎二 (中京大学 / 愛知淑徳大学)

The Journal of Three Dimensional Images

December, 7, 2013

「3D映像」 Vol.27 No.4

頒価 ¥2,500

発行日: 2013年12月7日

発行者: 三次元映像のフォーラム (3D FORUM)

連絡先: 〒230-0011 横浜市鶴見区上末吉 4-12-8

Tel./Fax. 045-572-7992 羽倉 弘之

E-mail: hagura@hyper.ocn.ne.jp

ホームページ: http://www.s3dforum.com

《振込先》

口座名義: 三次元映像のフォーラム

郵便振替: 00260-8-112738

銀行振込: みずほ銀行 綱島支店

口座番号: 普通預金 2152753

出展申込み 受付中!

総称 **日本 ものづくり ワールド**

第22回 **3D&バーチャルリアリティ展** **IVR**

会期 **2014年6月25日[水]～27日[金]**

会場 **東京ビッグサイト**

主催 **リード エグジビション ジャパン株式会社**

同時開催 **第25回 設計・製造ソリューション展 第18回 機械要素技術展 第5回 医療機器 開発・製造展**



出展対象製品

- 高精細(4K×2K)ディスプレイ
- 3Dディスプレイ
- ヘッドマウントディスプレイ
- 超高速カメラ
- 高解像度(4K×2K)カメラ
- 3D撮影用カメラ
- 立体音響システム
- AR
- VR構築用ソフトウェア
- 3Dコンテンツ
- バーチャル空間/CG画像処理技術
- 3D CGソフトウェア
- モーションキャプチャ
- Web3D
- シミュレータ
- 地理情報システム(GIS)
- 3D地図
- 3次元デジタイザ
- 3Dスキャナー
- 立体測定装置
- 臨場感通信システム・TV会議システム
- テレグジスタンスシステム
- テレロボティックスシステム
- その他関連製品

特設フェア

- 次世代映像・放送技術フェア
- 3D CG フェア
- 3D地図・GIS フェア
- 3次元デジタイザ フェア
- 3Dディスプレイ フェア

来場対象者

製造業、大学・官公庁・研究機関、建設・建築・不動産、放送・映像製作・通信、ゲーム・アミューズメント・レジャー、広告・イベント業関係の方々

出展申込み・最新情報は**こちら**

IVR展

www.ivr.jp

検索

出展のメリット 1

次回は、2,100社*が出展！ 盛大に開催いたします

3Dおよびバーチャルリアリティ業界 日本最大の専門技術展である本展には、前回、主要企業1,930社(同時開催展含む)が一堂に出展し、来場者との間で活発な商談が行われました。次回2014年は、2,100社*が出展予定です。多数の出展企業と効率的に商談を行うことができます。

※予定。同時開催展を含む。



出展のメリット 2

次回は、78,000名*が来場します！ さらに活発な商談展になります

映像、アミューズメント業、放送局、官公庁、各種製造業をはじめとする幅広い業種のユーザーが多数来場する本展には、前回76,701名(同時開催展含む)が来場しました。次回2014年は、前を上回る78,000名*のユーザーが来場予定です。

※予定。同時開催展を含む。



出展のメリット 3

ユーザーにその場で体験してもらう 絶好の機会です！

実機を体験してもらうことで、雑誌広告やWebでは表現できない製品の臨場感を伝えられます。商談はもちろん、新製品のPRや技術開発のためのリサーチを効率的に行えます。



出展申込み・最新情報は**こちら**



IVR展
www.ivr.jp

検索 

問合せ

リード エグジビション ジャパン株式会社 〒163-0570 東京都新宿区西新宿1-26-2 新宿野村ビル18階
TEL: 03-3349-8506 FAX: 03-3349-8500 E-mail: ivr@reedexpo.co.jp

3Dプリンター普及による各種業界

発刊 へのビジネス変化と市場動向

2013年10月発刊

●3Dプリンターの方式別価格帯動向

方式(光造形、インクジェット、粉末焼結積層、熱融解積層)
価格(1,000万円以上、100万円以上、100万円未満)

●業務用用途(製造、医療、教育、建築、飲食、ほか)

●民生用途(フィギア、玩具、ペット、インテリア、ほか)

●3Dプリンターが及ぼす他業界への影響

(金型、素材(樹脂、金属、木、石膏、細胞)、デザイン)

●3Dプリンターの市場規模動向(世界、国内)

●今後の3Dプリンターの導入可能性分野

本書のポイント

ポイント

3Dプリンターは数十年から発売されているが、価格が高く、特定での分野での利用に限られた。しかし近年、IT技術の進歩し、パソコンの性能が向上し、3DCADを搭載のパソコンも増加した。それにより3DCADデータを実際にリアルなアウトプットに出したいニーズが高まった。また、2000年に入り、デジタル技術の普及と新しい素材、接着材の進化により3Dプリンターの価格が数千万円から、数百万円～数十万円と安価になってきた。特に2012年からは世界的大手メーカーのM&Aが積極的に行われ、製品種類が増え、安価な製品から高級な製品までの品揃えがそろった。

本調査レポートは3Dプリンターの調査レポートの第二弾である。今回は3Dプリンターが他の業界にどのように影響を与え、新しいビジネスを創出するかのポイントで、3Dプリンターのメーカー、代理店、ユーザー及びいきよを受ける業界を調査し、製品動向、市場動向、導入ユーザー動向と今後のビジネス変化を分析することを目的とする。また海外動向もまとめる。

調査対象

3Dプリンターメーカー、関連企業、団体、他

調査方法

主要企業の訪問ヒアリング、公表資料の収集・整理

調査期間

2013年7月～2013年10月

N07068022

発刊日：2013年10月 書籍版とPDF購入は199,500円

体裁：A4/150ページ予定

価格：書籍版・PDF版どちらか168,000円(税込)

SEED PLANNING
Market Research & Consulting

本書の構成

調査目次

I. 総括

1. 3Dプリンターの分野別導入状況(世界、国内)
2. 3Dプリンター関連技術動向
STLデータ(ASII、バイナリー)、OBJ形式、3Dスキャニング、3DCAD他
3. 3Dプリンターの他分野への影響
(成形樹脂、デザイン、プリンター、金型、食品、雑貨等)
4. 3Dプリンターの市場規模動向(2008年～2018年)

II. 分野別市場動向

- ・今後の分野別普及状況と各分野への影響
- ・導入事例動向

III. 他業界への影響

成形樹脂、デザイン、プリンター、金型、ほか

IV. 関連業界動向

- ・3Dプリンターサービス: ソライズ、IMC、ジェイ・エムシー、ファソテック、ラズクリエイティブ、ツクルス、DMM.com
- ・3Dプリンター販売: ヤマダ電機、ビックカメラ、ノジマ

V. 3Dプリンター及び関連市場規模動向

市場規模推移、シェア、関連企業動向

VI. 企業動向

ストラタシス・ジャパン、3Dシステムズ、丸紅情報システムズ、武藤工業、OPT、日本バイナリー、アビー、フォーラムエイト、キーエンス、アスペクト、シーメット、板金業界、材料業界、ほか

■ お問合せは

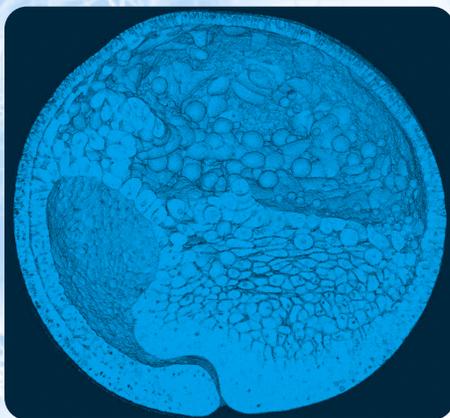
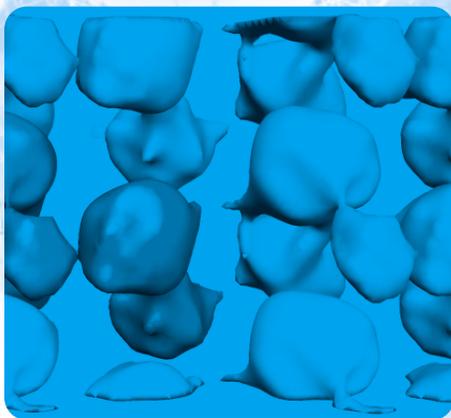
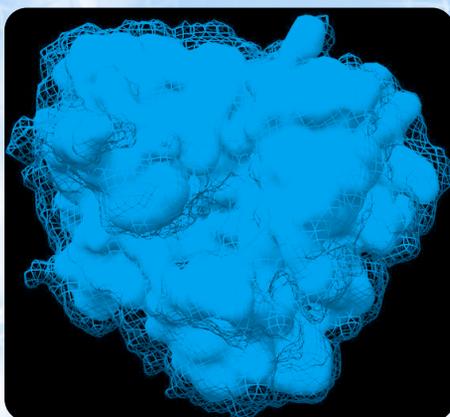
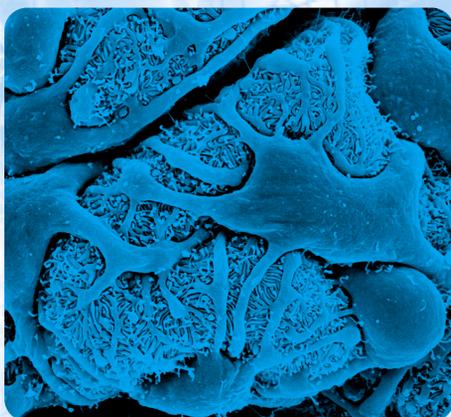
株式会社シード・プランニング 原、久保
〒113-0034 東京都文京区湯島3-19-11 湯島ファーストビル4F
TEL **03-3835-9211**(代) FAX 03-3831-0495
E-mail : info@seedplanning.co.jp
URL : http://www.seedplanning.co.jp/

3Dで探る

生命の形と機能

NPO法人
総合画像研究支援

編



朝倉書店

新連載

最先端表現技術利用促進協会レポート Vol.1

羽倉弘之氏（三次元映像のフォーラム代表）の呼びかけにより、「最先端表現技術利用推進協会」（略称：表技協）の立ち上げが決定いたしました。今号より、同協会の活動レポートをこの連載コーナーで報告していきます。

■最先端表現技術利用推進協会の概要と活動目的

最先端表現技術利用推進協会は、最先端の3D技術（S3D [立体視] 映像技術、3Dプロジェクションマッピング、3Dプリンタ、3Dセンサー）やVR、AR、ロボット、4K・8K、クラウド（ビッグデータ処理を含む）技術等を含んだ幅広い表現手法およびコンテンツ制作について、総合的に研究開発、教育普及活動、受託や共同研究等を行うことを目的としています。理事長として伊藤裕二（フォーラムエイト代表取締役社長）、会長に町田聡氏（アンビ

エントメディア代表、フォーラムエイト特別顧問）が、事務局としては羽倉弘之氏（三次元映像のフォーラム代表、デジタルハリウッド大学 大学院 特任教授）が担当します。

2013年9月19日、フォーラムエイトデザインフェスティバルにて、本協会の立ち上げについて羽倉弘之氏より発表を行いました。また、10月16日には発起人の皆様にお集まりいただき、設立準備の一環として発起会を開催。今後の具体的な活動方針等について協議を行いました。

表現技術とは？

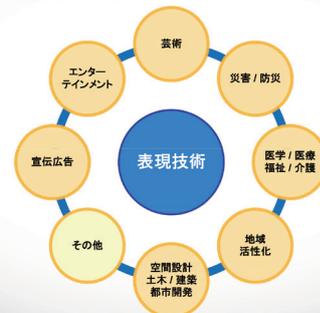
誰かに伝えるための道具としての技術

表現技術

- ・S3D（立体視）映像
- ・3D・2D CG / VR / AR / MR
- ・シミュレーション
- ・デジタルシネマ
- ・デジタルサイネージ
- ・プロジェクションマッピング
- ・メディアファサード（メディアウォール）
- ・イルミネーション（ライティング）
- ・デジタルファブリケーション（3Dプリンタ）
- ・メディアアート
- ・その他

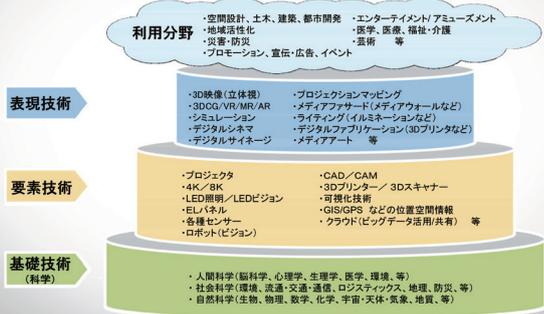
表現技術の利用促進分野

分野を超えて利用したい参加メンバーが特長



表現技術の関連分野

基礎から応用まで、ハードからソフト、ネットまで幅広い参加メンバーが特長



設立趣旨(目的)

本協会は、以下を支援することを目的に設立されます。

- ・最先端表現技術の調査研究
- ・最先端表現技術を活用したコンテンツ開発支援

本協会は、以下を通して社会へ貢献します。

- ・最先端表現技術の技術開発者の人材育成
- ・最先端表現技術利用者（クリエイター等を含む）の人材育成
- ・そのほか新たな表現技術の活用を通じた社会貢献

本協会は、以下を通して産業と文化の融合を図ります。

- ・最先端表現技術の活用に意欲のある会員同士のマッチング
- ・最先端表現技術の活用に必要な分野を超えた企画提案

ご挨拶

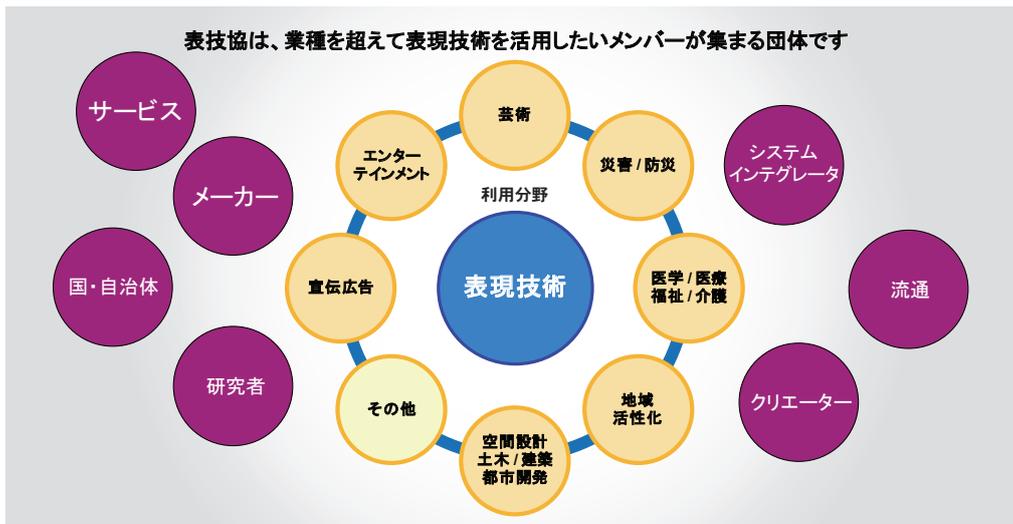
この度、最先端表現技術利用促進協会を発足する運びとなりました。昨今のプロジェクションマッピングや3Dプリンタの動きを見ていると、単なる別個の技術がそれぞれでコンテンツを制作する時代から、様々な新しい技術をうまく連動させて一つのコンテンツが制作されていくようになってきています。私どもでは、今後も新たに現れてくるであろう最先端の技術を活かして、全く新しい表現を編み出していきたいと考えております。皆様方のご理解とご協力を心より期待しております。

最先端表現技術利用促進協会 会長 町田聡

一般財団法人 最先端表現技術利用推進協会 入会案内

一般財団法人 最先端表現技術利用推進協会(略称:表技協)は、最先端表現技術の調査研究およびそれらを活用したコンテンツ開発を支援することを目的として設立され、それらの技術開発者、利用者(クリエイター等を含む)などの人材育成はもとより、新たな表現技術の活用を通して社会へ貢献します。
特に、最先端技術を駆使してのコンテンツ制作には、各分野の総合力が必要であり、関連分野の枠を超えた英知を集結することで、これまでにない新しい表現方法を構築することを目指します。

表現技術の利用分野と関係業種



表技協の活動内容

1. 最新技術の利用促進ワークショップやシンポジウムの開催
2. 最新技術を利用した表現プロジェクトの支援
3. コンテストの開催
4. 国際交流
5. 展示会、出版などの各種プロモーション活動
6. 表現技術に関する資格試験の実施や人材育成

会費と会員サービス

※年会費は入会した月から1年間有効です ※入会金はありません

会員種別	サービス 年会費	HP		メーリングリスト		セミナー		コンサルティング		設備・機材		分科会への参加・立上げ提案
		会員リストへのリンク掲載	ニュースへの情報の掲載	会員メーリングリストへの登録	メーリングリストでの会員への情報告知	聴講のみ	講演	マッチング(人、機材)	アドバイス	提供可能	使用可能(会員価格)	
法人会員	12万円	●	●	●	●	● 3人	● 3回	●	3回	●	●	●
一般会員	6000円	●	●	●	●	● 1人	● 1回	●	1回	●	●	●
情報会員	3000円	—	—	●	—	● 1回無料	—	—	—	—	—	—

お問い合わせ 一般財団法人 最先端表現技術利用推進協会

住 所 :〒108-6021
東京都港区港南 2-15-1 品川インターシティA棟 21F
株式会社フォーラムエイト東京本社内
表技協事務局

U R L : SOATAssoc.org
メール : info@soatassoc.org
電 話 : 03-6711-1955
F A X : 03-6894-3888

最先端表現技術利用推進協会への入会を希望される方は、下記太枠内の項目にご記入の上、FAX または郵送で事務局宛にお送りください。電子メールの場合は、件名を「入会希望」として、info@soatassoc.org 宛てにPDF にしてお送りください。審査を経て入会された方には、後日、請求書をお送りいたしますので、表面に記載の会費のお振り込みをお願いいたします。

最先端表現技術利用推進協会 入会申込書

※申込書にご記入いただいた情報は、当協会の連絡以外の目的には使用しません

会員種別	<input type="checkbox"/> 法人会員 <input type="checkbox"/> 一般会員 <input type="checkbox"/> 情報会員		
フリガナ			印
氏名	氏	名	
連絡先	勤務先名称 <small>(自宅の場合は空欄)</small>	所属部署	
	<input type="checkbox"/> 勤務先		
<input type="checkbox"/> 自宅	住所		
	TEL:		
	FAX:	E-mail:	
資料送付先 <small>(上記と連絡先が異なる場合記入)</small>			
	TEL:		
	FAX:	E-mail:	
推薦者	(自薦可)		<input type="checkbox"/> 住所・所属変更連絡
事務局 使用欄			

会費振り込み先

一般財団法人 最先端表現技術利用推進協会
 ザイ)サイセンタンヒョウゲンギジュツリヨウスイシンキョウカイ

■銀行振込の場合

店名：三井住友銀行 目黒支店 店番：694 預金種目：普通預金 口座番号：7211916

■ゆうちょ銀行口座間の振替

記号：10150 番号：27962431

■他金融機関からゆうちょ銀行への振込

店名：〇一八 店番：018 預金種目：普通預金 口座番号：2796243