

名古屋大学最終講義

究極の映像メディアを目指して

谷本 正幸

名古屋大学大学院工学研究科

2012年3月9日

研究：山登り



1966年-1976年 東京大学で学ぶ 工学部3号館(1968年-1976年)



1971年 大学院M2柳井研究室

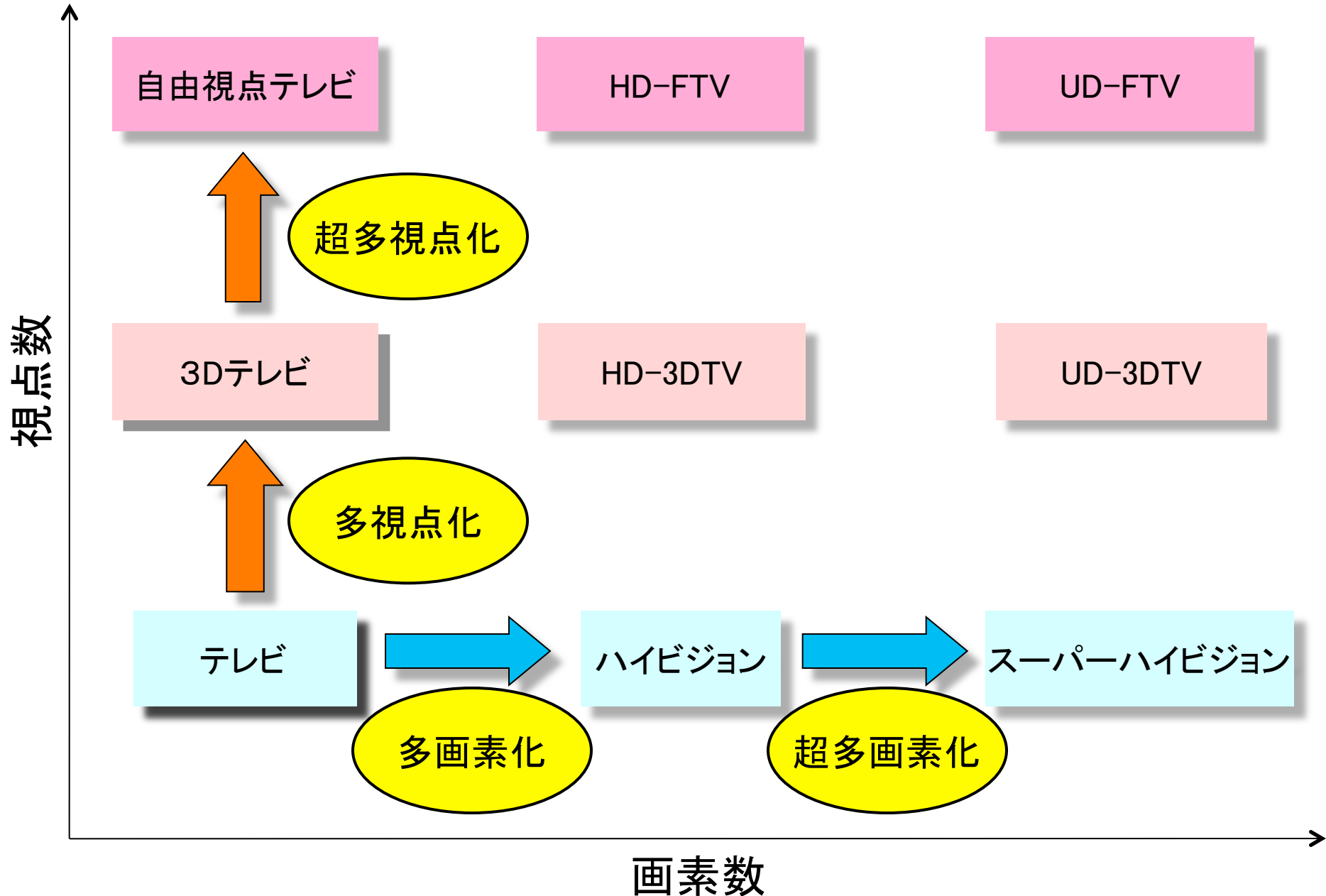


菅野教授 柳井教授

1976年-2012年 名古屋大学電気系教室に奉職

- 1976-1981 駒井又二教授(元NHK放送技術研究所所長)
赤尾研
- 1981-1988 川又晃教授(元NTT茨城電気通信研究所所長)、鬼頭良彦技官
池谷研
- 1988-1991 小川明教授(元KDD研究所次長)、鬼頭良彦技官
- 1991-2012 谷本研究室
- 1991-1994 サチエン トリアムラムルート助手
- 1992-2000 木本伊彦講師(現東洋大学教授)
- 1995- 藤井俊彰助手
- 2004-2011 圓道知博助手(現長岡技術科学大学准教授)
- 2009-2012 メヘルダッド パナプール テヘラニ講師

映像メディアの発展



(1) TAT方式(ハイビジョン)

(2) FTV方式(3Dテレビ)

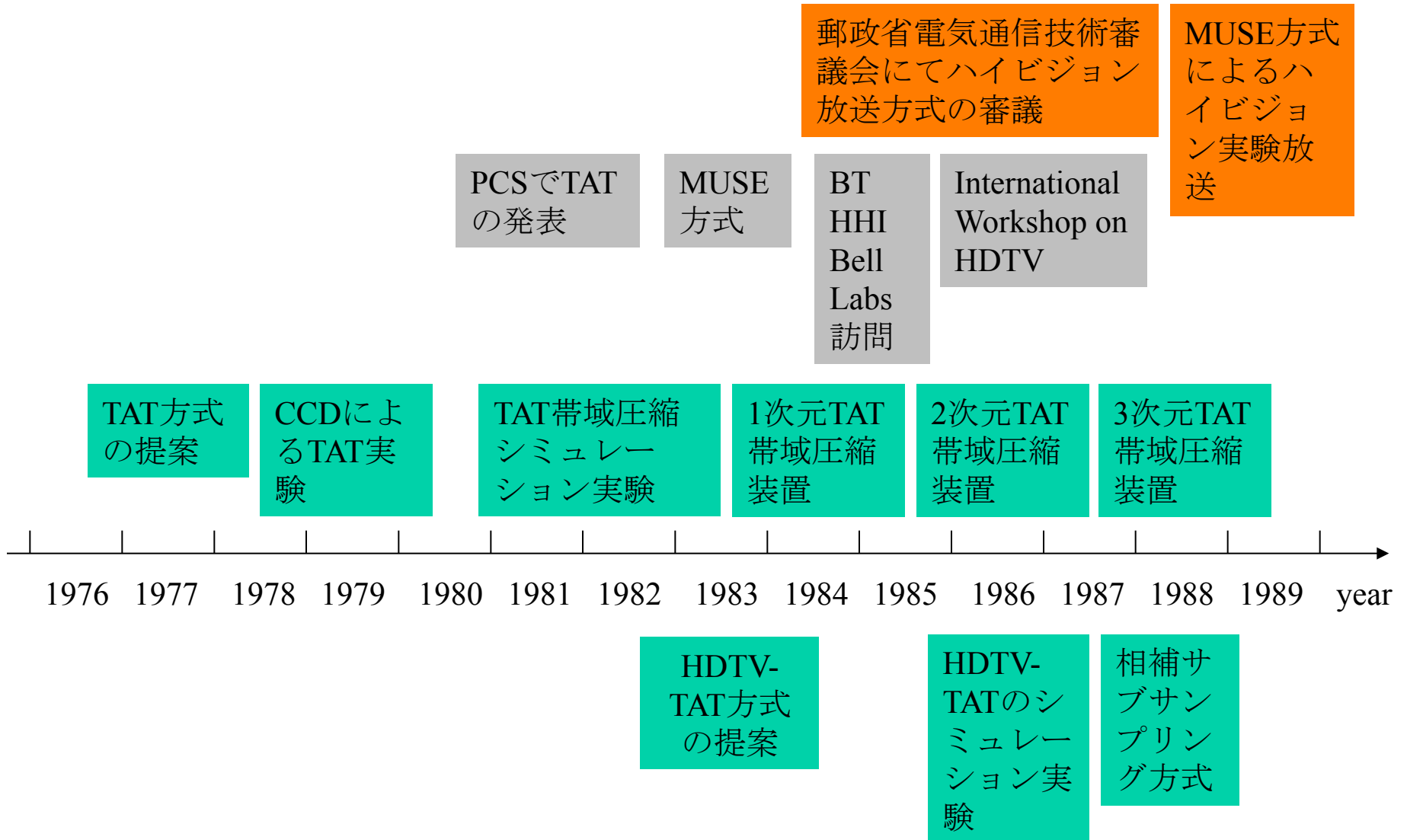
(3) MPEG活動(国際標準化)

(1) TAT方式(ハイビジョン)

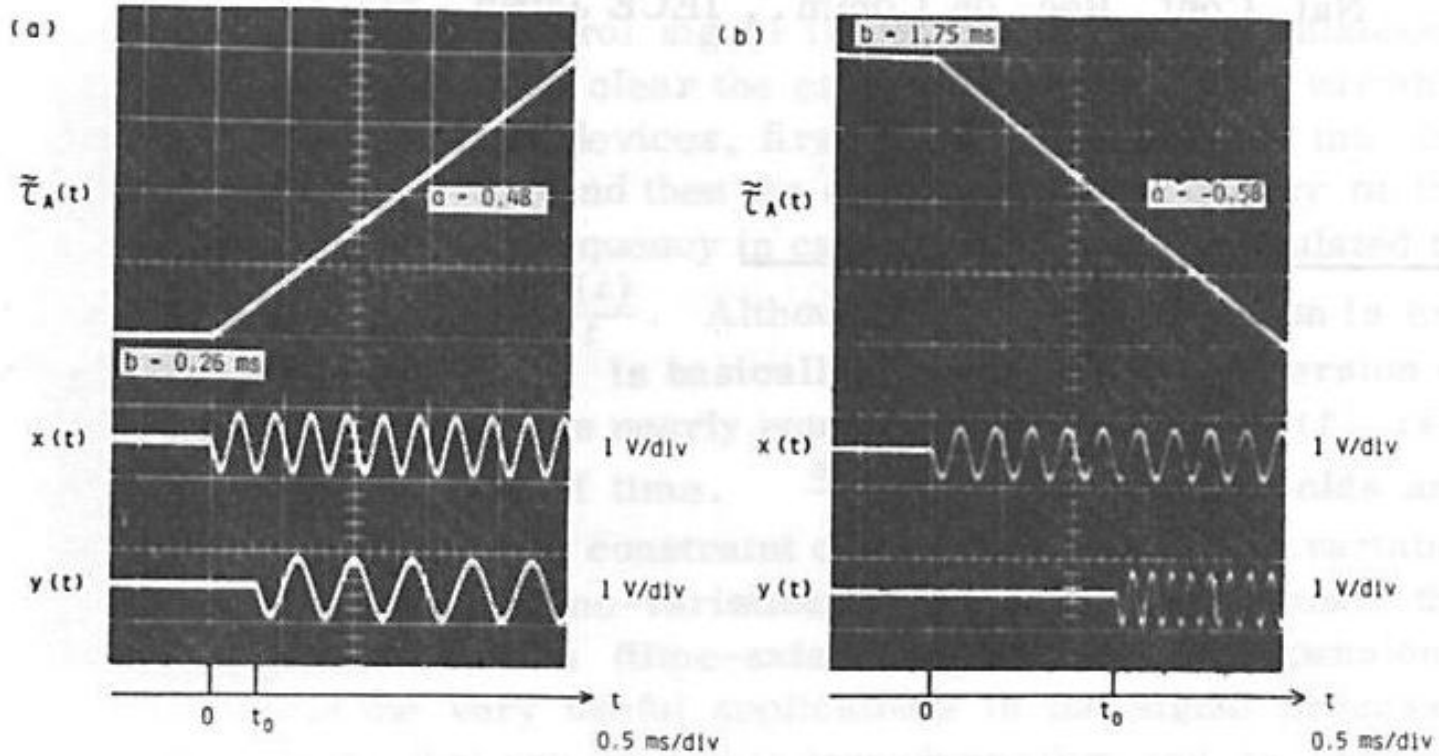
TAT (Time-Axis Transform)

時間軸変換

TAT研究開発の経緯



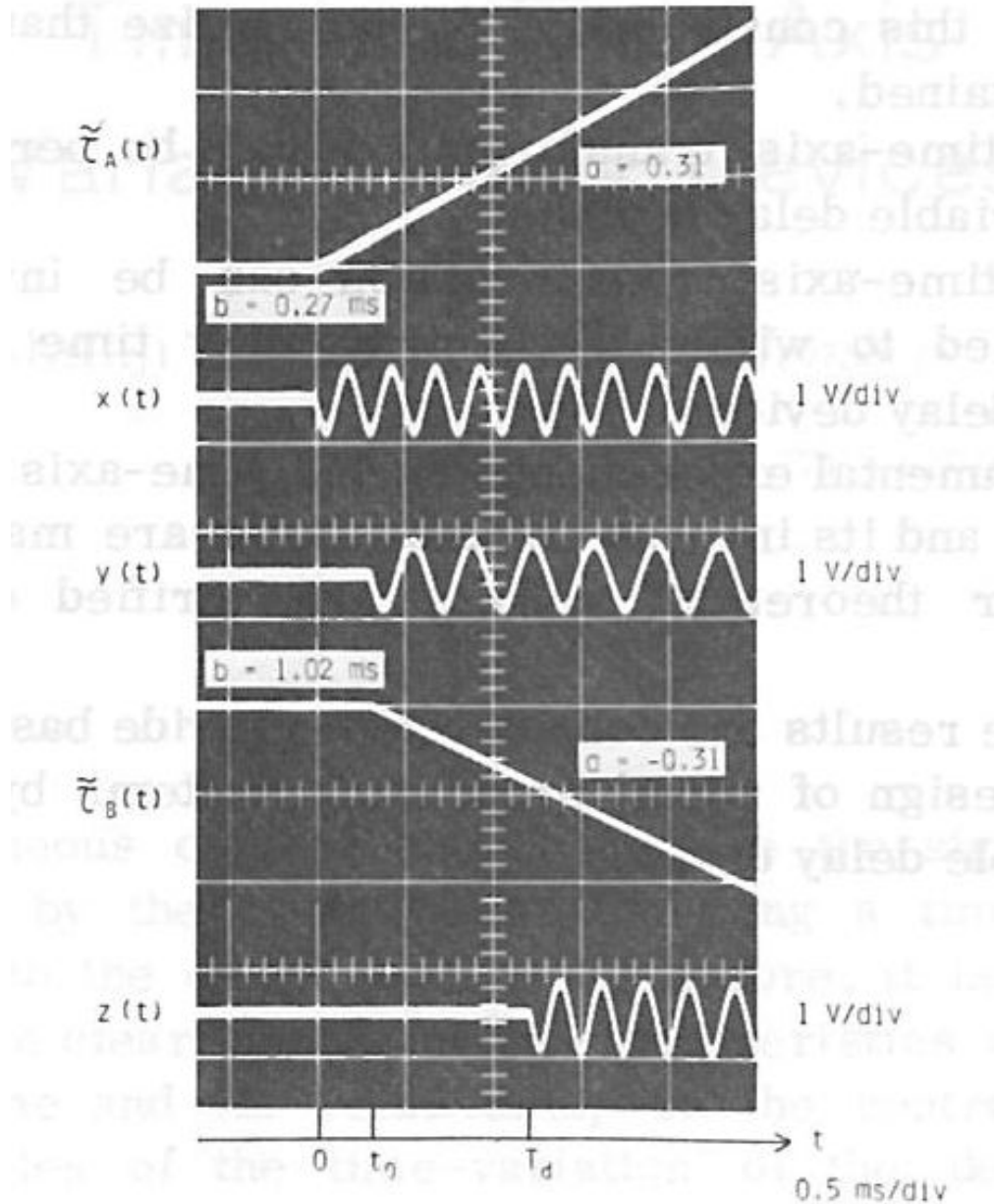
時間軸変換



時間軸伸張

時間軸圧縮

時間軸変換と逆変換



映像信号の時間軸変換



原画像

I : 不変
E : 伸長
C : 圧縮



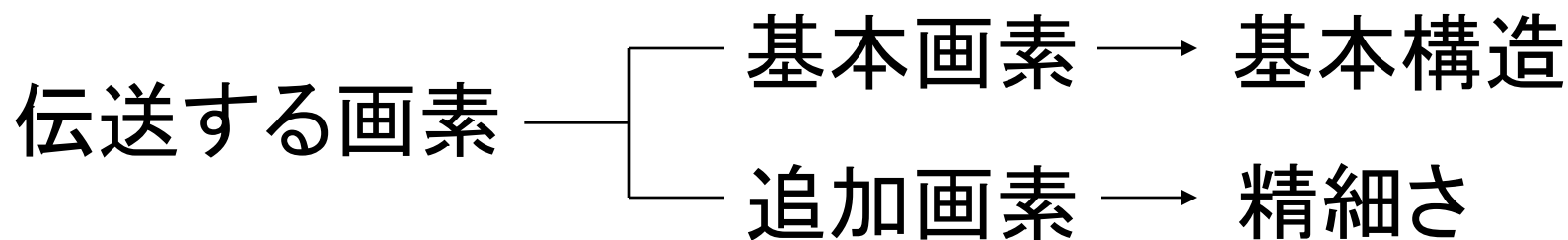
I¹¹ E I C I C I I I I I
(a)



I E C E I C I C C I
(b)

TAT (Time-Axis Transform)方式

- 画素を選択的に間引いて伝送



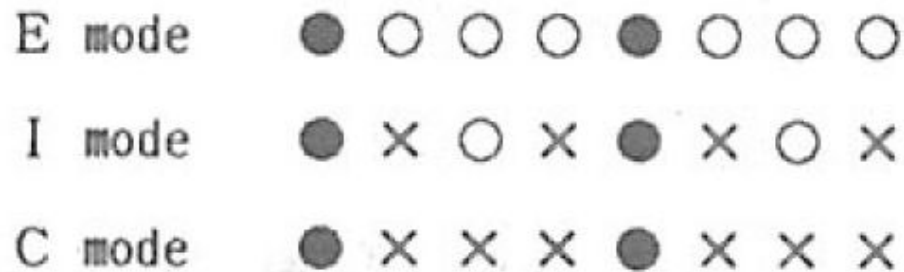
- HDTV-TAT方式

基本画素 → 標準テレビの情報

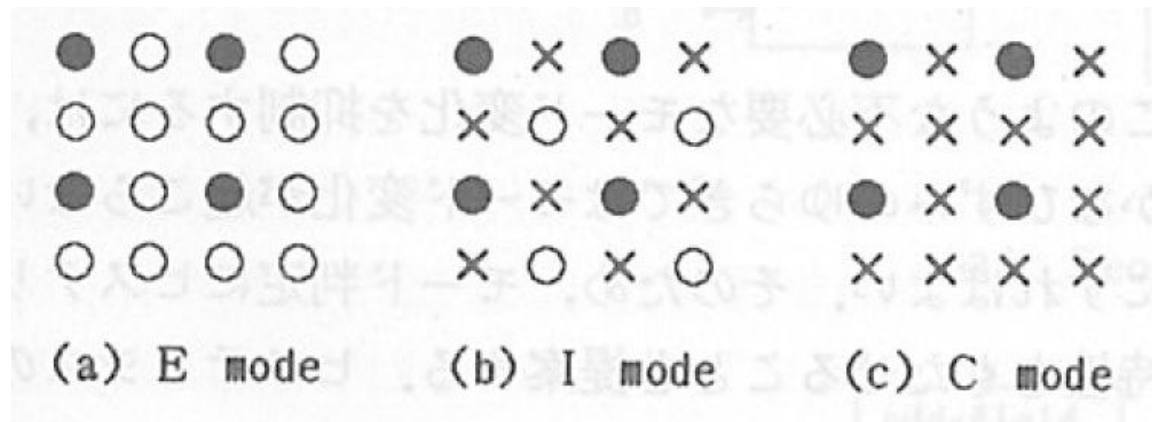
追加画素 → HDTVに必要な精細さ

TATのモード

1次元TAT

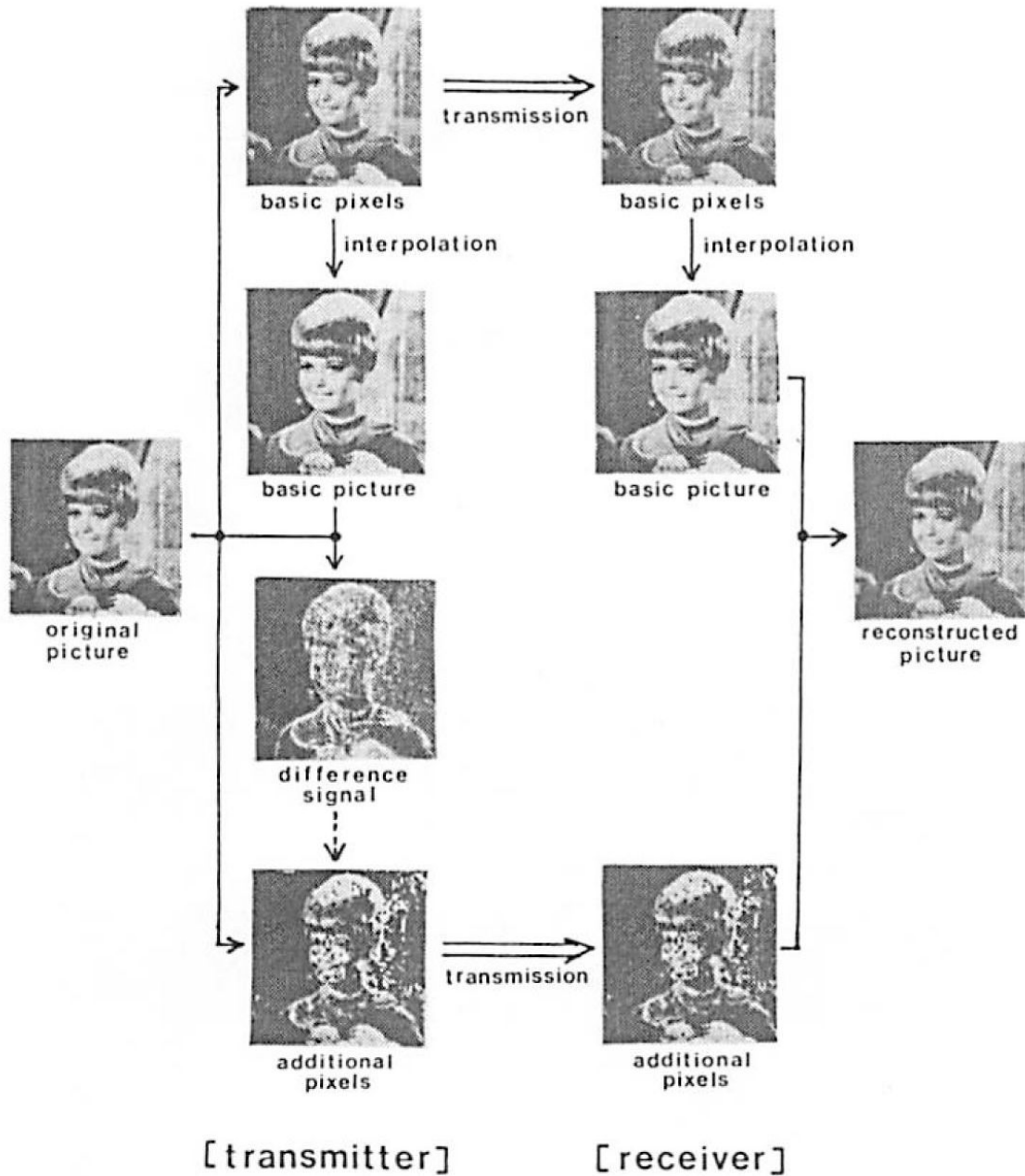


2次元TAT

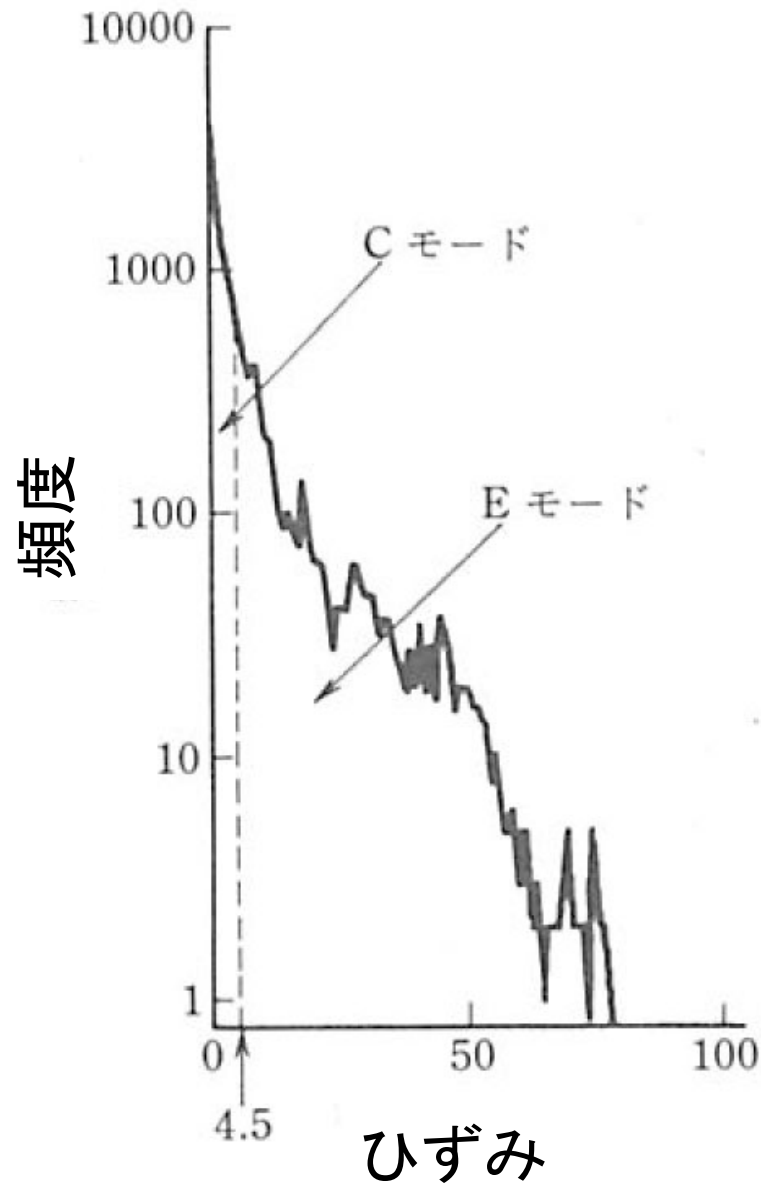


[● : 基本画素 , ○ : 追加画素
× : 間引く画素]

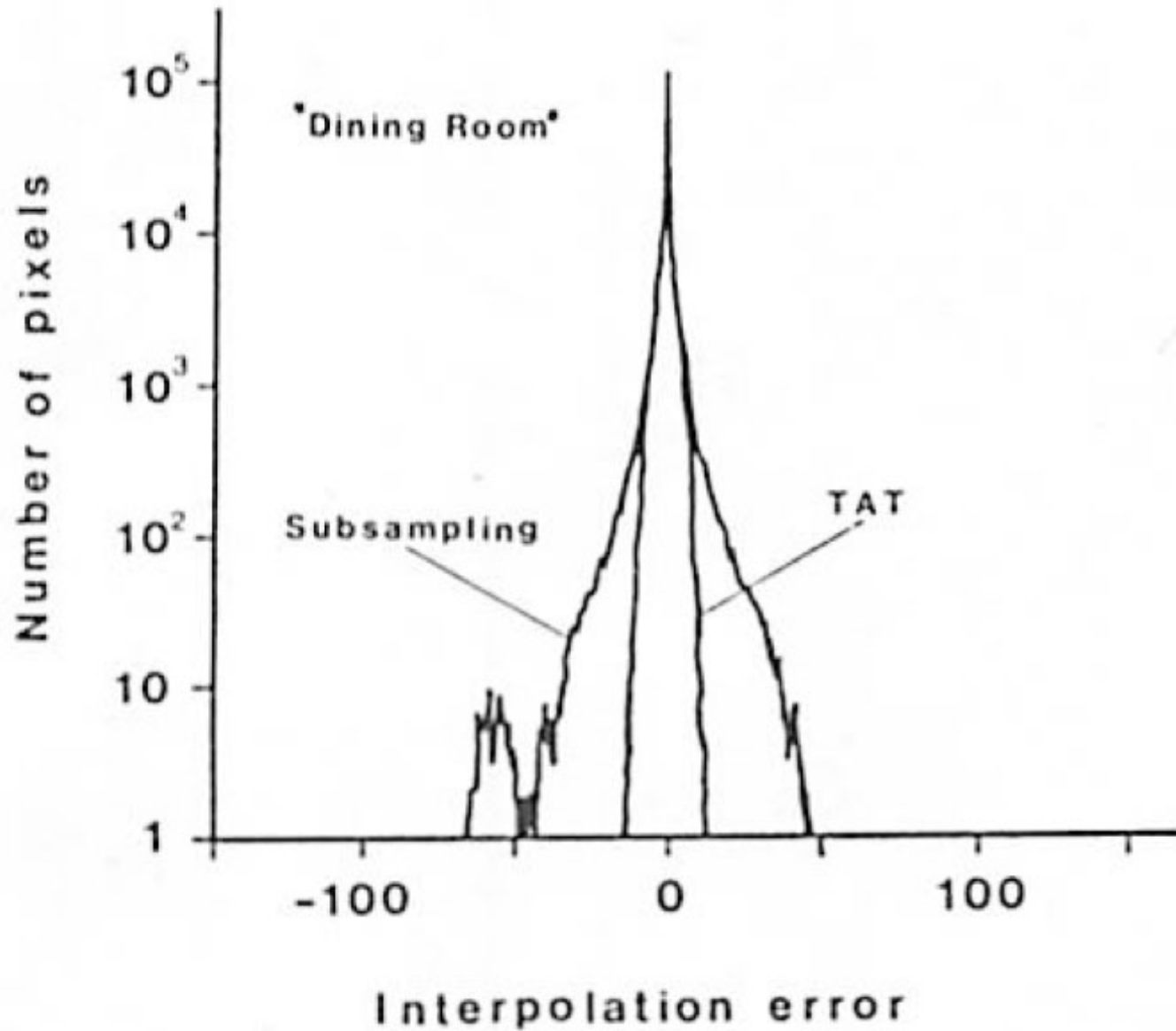
TAT方式の原理

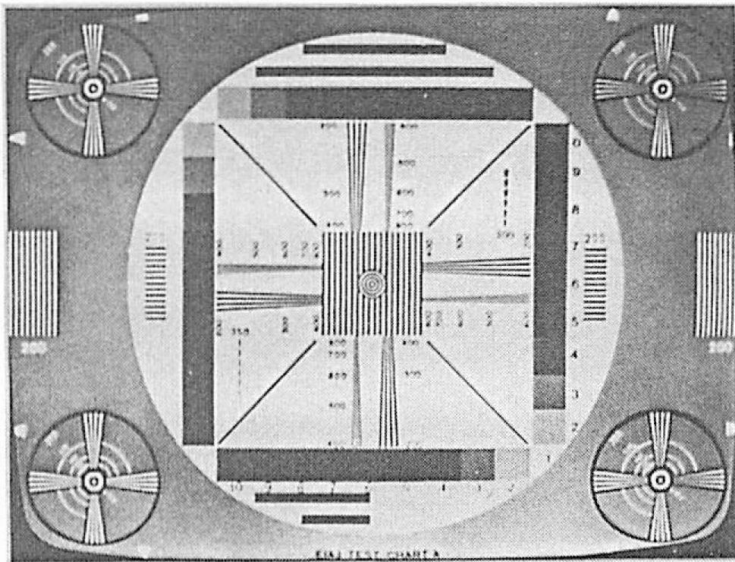


ブロック毎のひずみの頻度分布

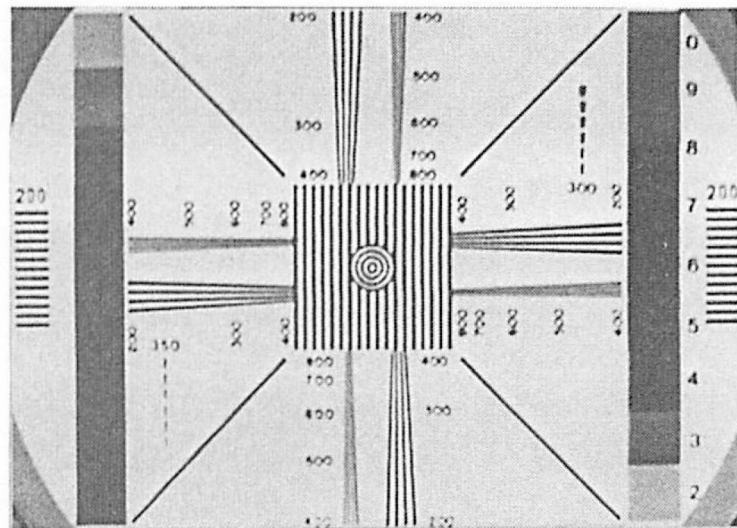


補間誤差の頻度分布

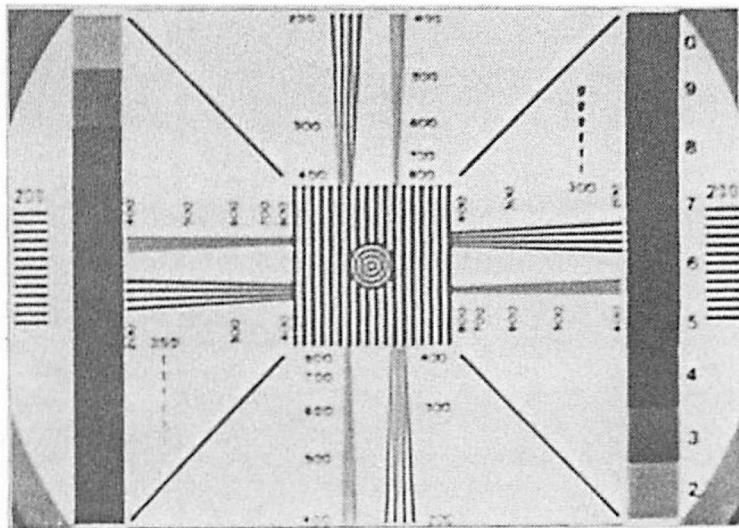




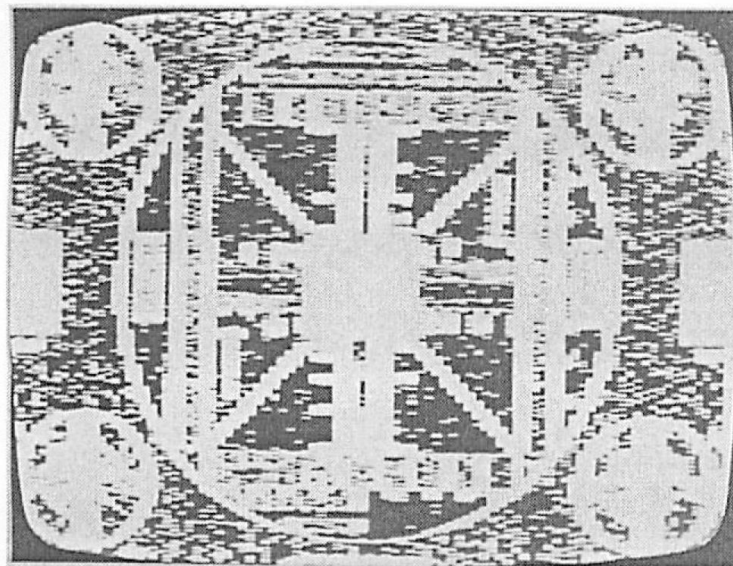
(a)



(b)



(c)



(d)



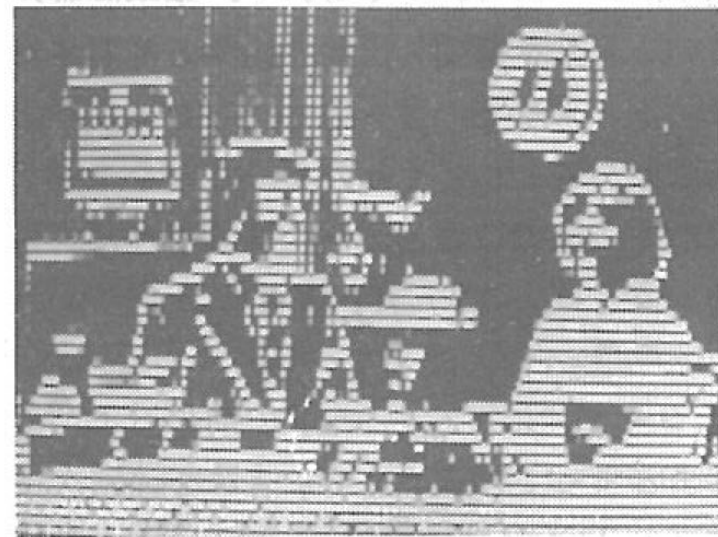
(a) Original picture



(b) Reconstructed picture of TAT system

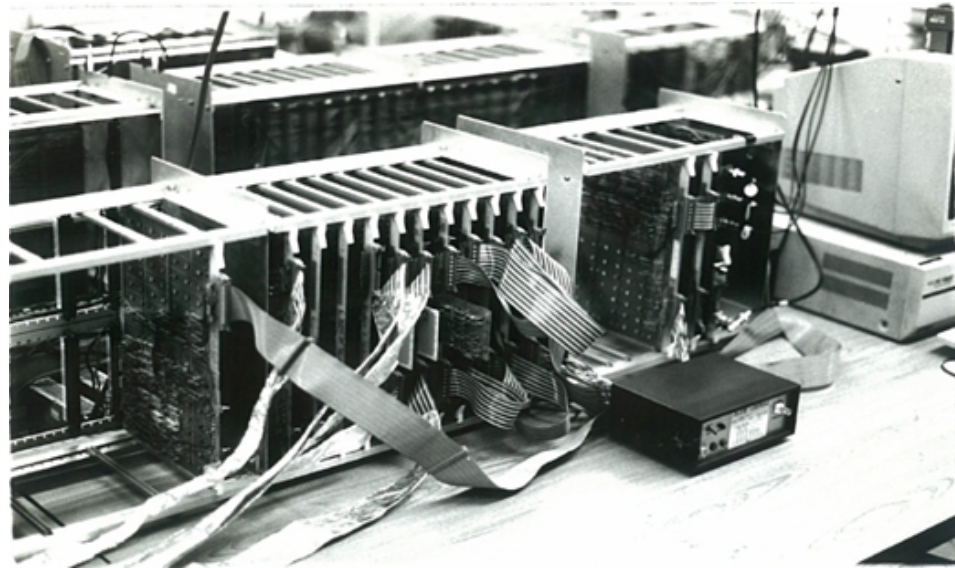


(c) Band-limited picture

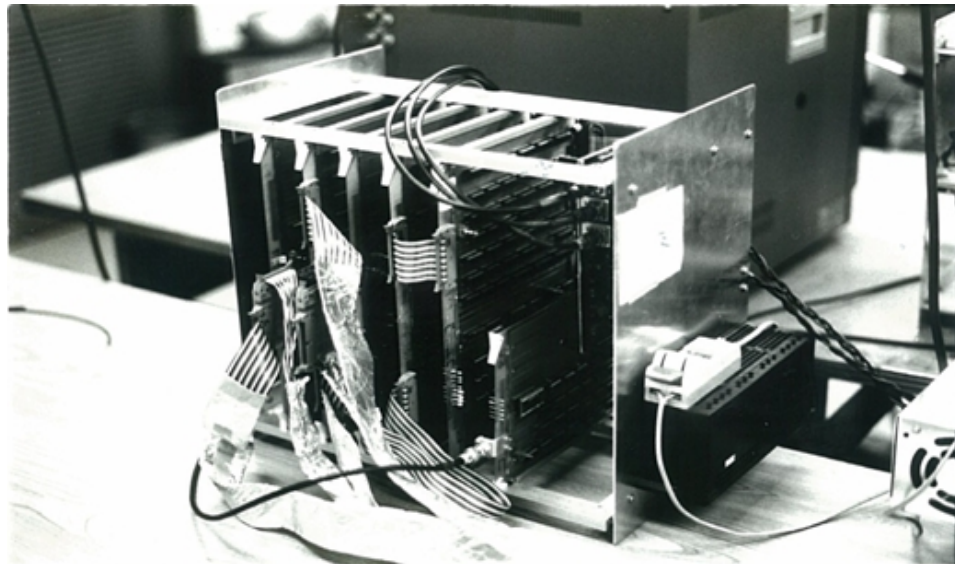


(d) Spatial distribution of TAT modes
(white : E mode, black : C mode)

3次元TAT
符号化器

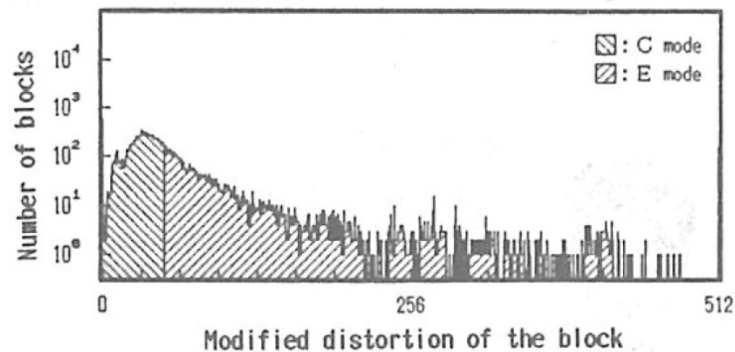


3次元TAT
復号器

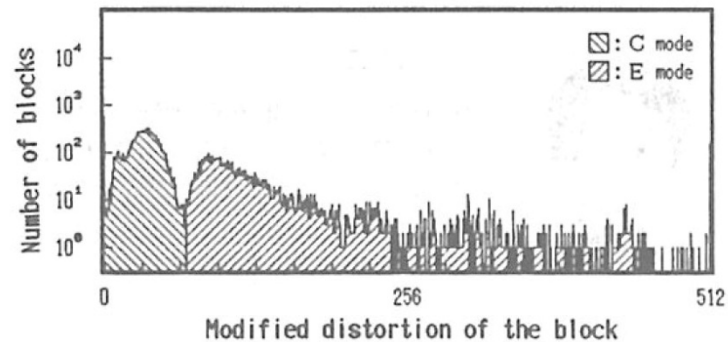


加算量 α を変えたときのひずみヒストグラム

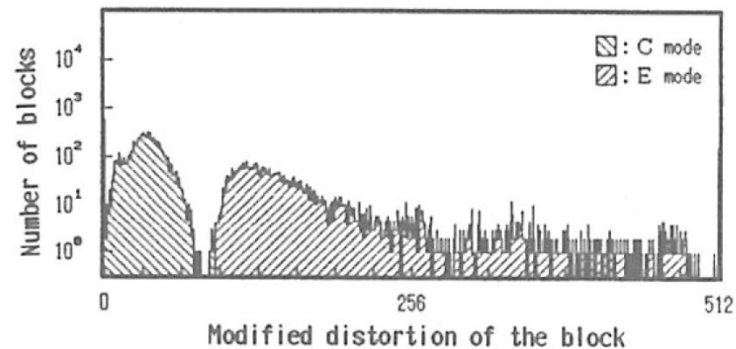
$\alpha = 0$



$\alpha = 32$

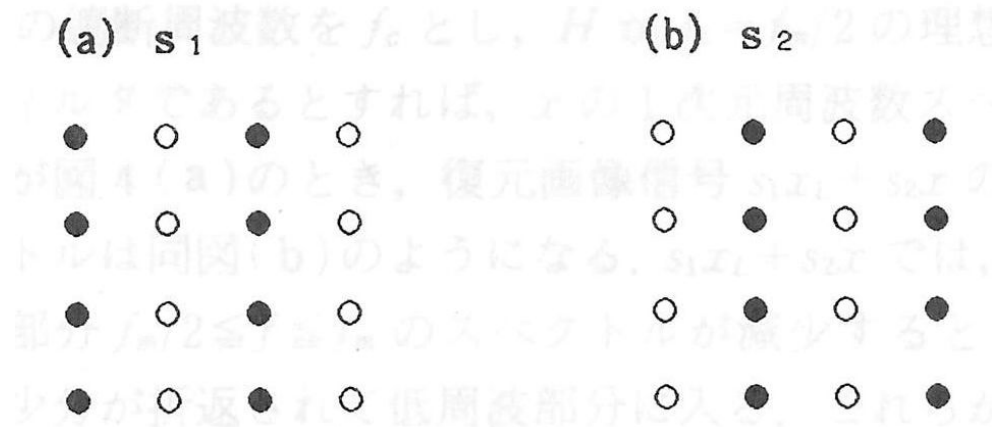


$\alpha = 64$

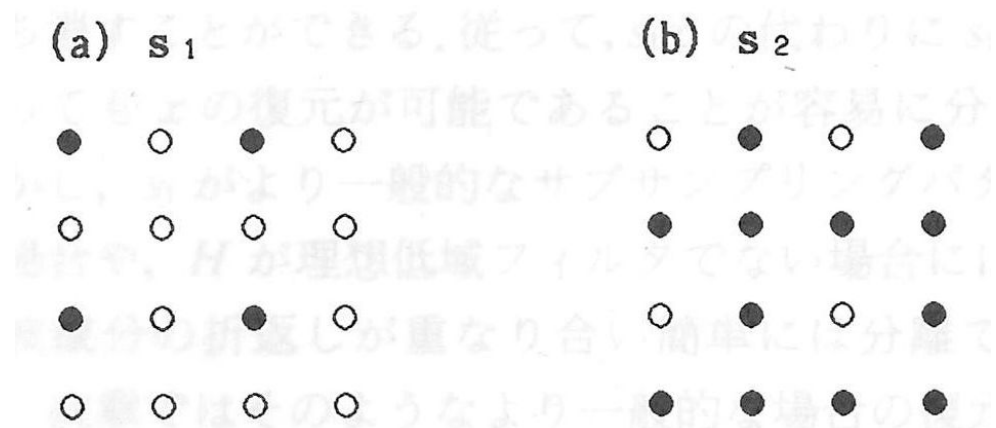


相補サブサンプリング

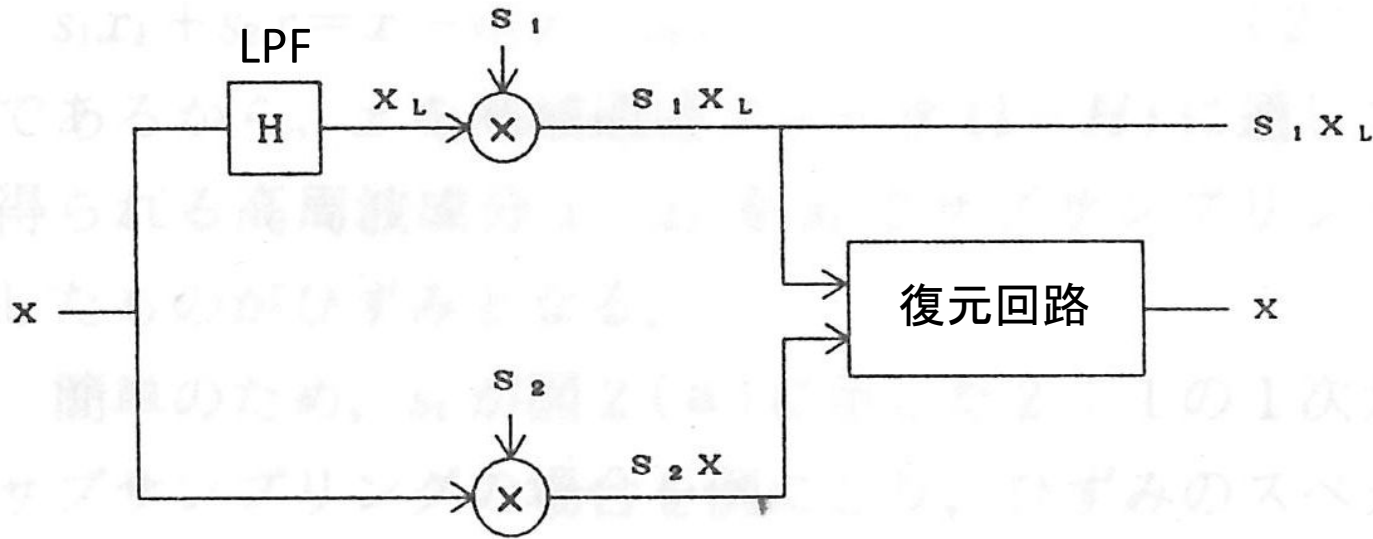
1次元相補サブサンプリングパターンの例



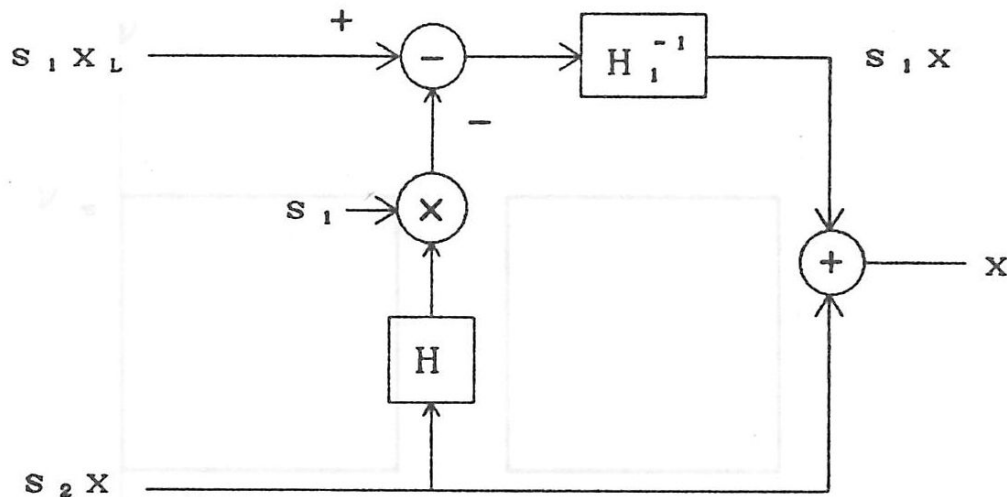
2次元相補サブサンプリングパターンの例



相補サブサンプリング方式



復元回路

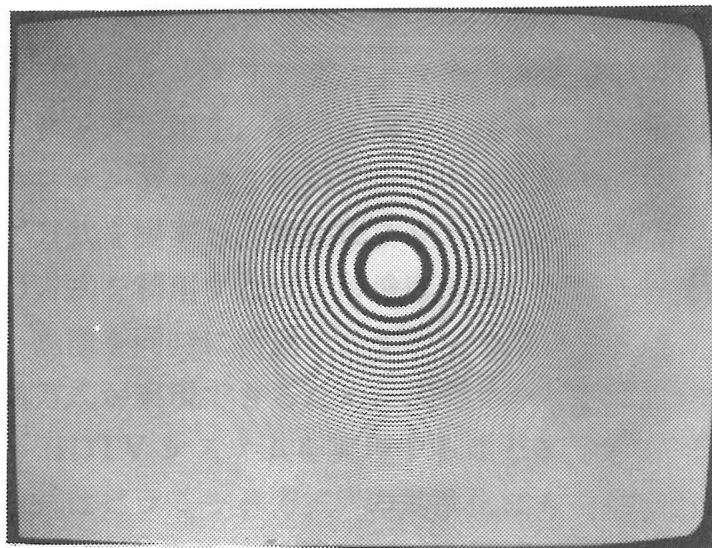


$$h_1 = S_1 h$$

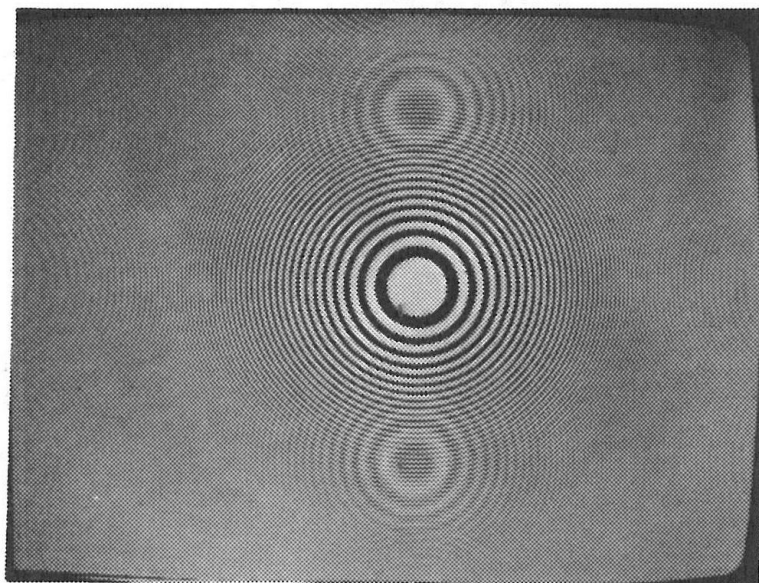
h_1 : impulse response of H_1

h : impulse response of H

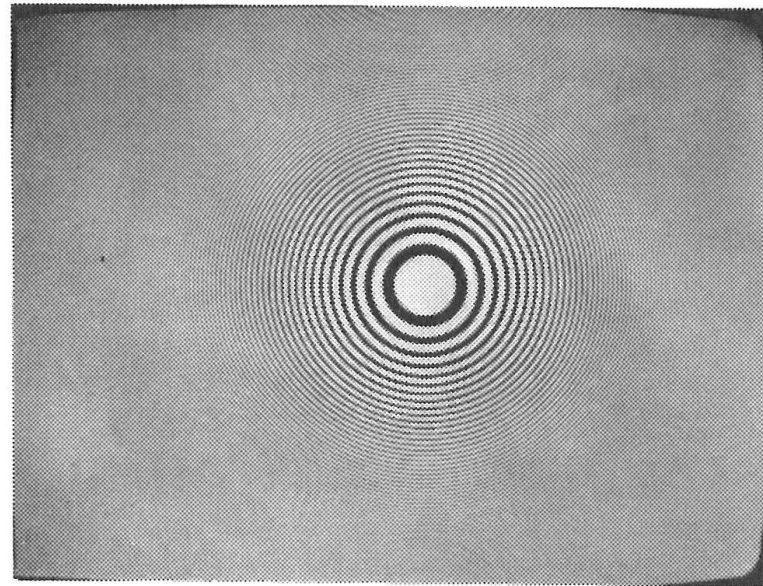
原画像



高周波成分の復元なし



高周波成分の復元あり



(2) FTV方式(3Dテレビ)

FTV (Free-viewpoint Television)
自由視点テレビ

2D-3D変換による三次元画像通信システム

画像の三次元化処理による立体画像通信システム

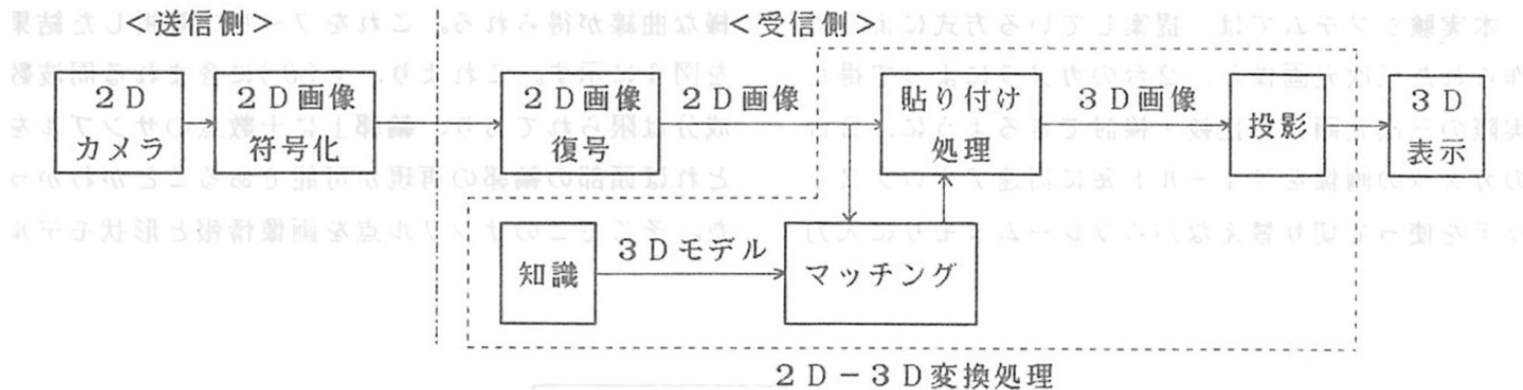
3D Image Communication System with 2D-3D Conversion

中島 成幸

Shigeyuki NAKASHIMA

谷本 正幸

Masayuki TANIMOTO



第12回情報理論とその応用シンポジウム, 1989年12月

多眼画像の研究を開始

川又研卒業生

豊田中研 樋口和則

CMUの金出、池内先生の研究室に留学

多視点3Dの研究

1993年 画像符号化シンポジウム(PCSJ93)

10月4日～10月6日、第三賢島荘(三重県志摩郡)

7.3 藤井俊彰 原島博(東大)

多眼式三次元画像符号化

– 視差補償予測符号化から構造抽出符号化へ –

森永裕美, 木本伊彦, 谷本正幸, “多眼視画像からの奥行き情報の獲得と視点補間への応用”, 信学技報 CS94-135, pp. 59-64, 1994年10月.

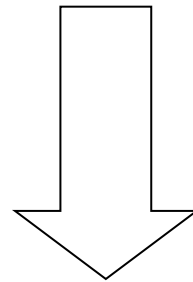
「自由視点テレビ」の提唱

多視点/多眼

任意視点

ユーザー主導

自由視点



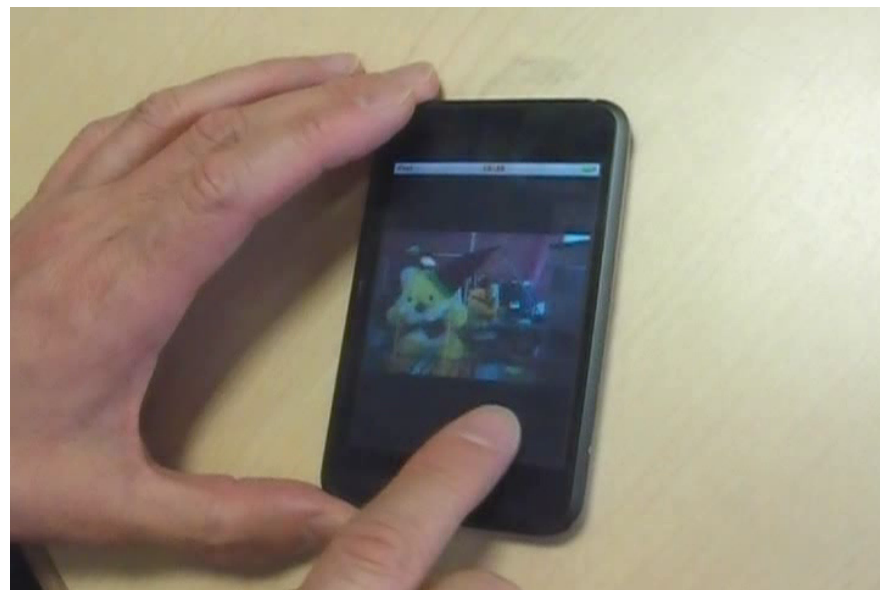
自由視点テレビ

FTV (Free-viewpoint Television)

自由視点とは

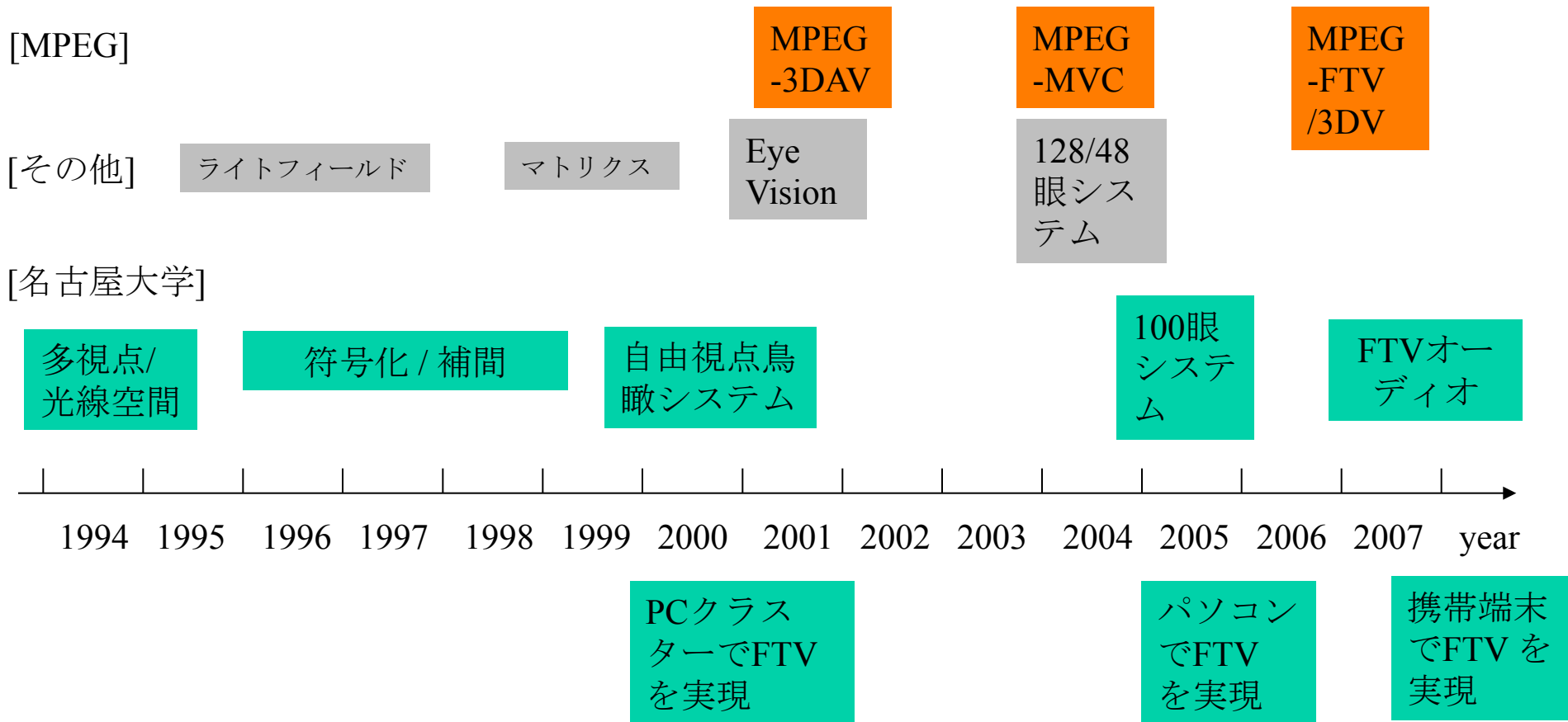


固定視点



自由視点

FTV研究開発の経緯



自由視点テレビの先駆的研究

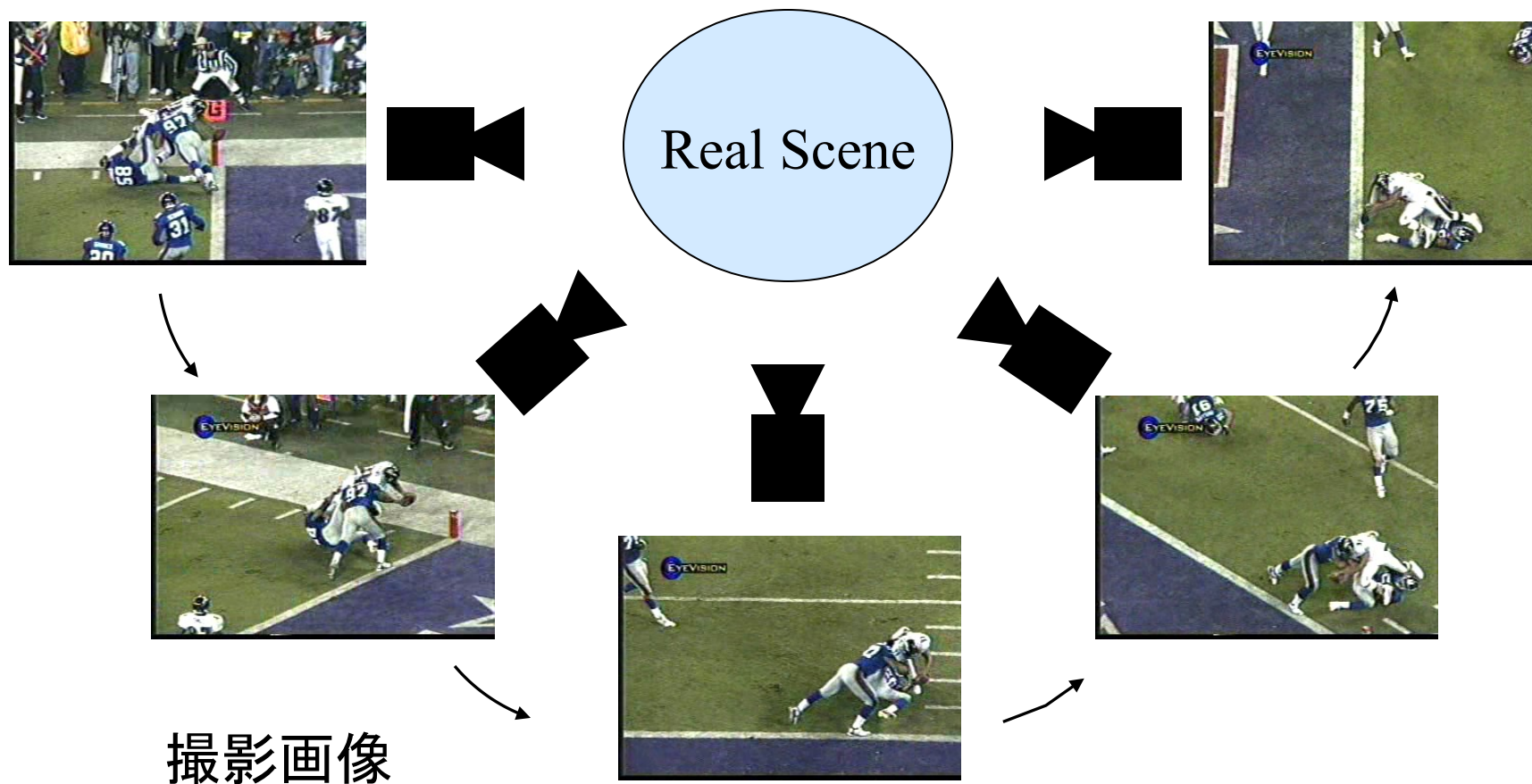
●多視点映像

- Movie “The Matrix” (1999年)
- CMU “EyeVision” (2001年)

●自由視点テレビ

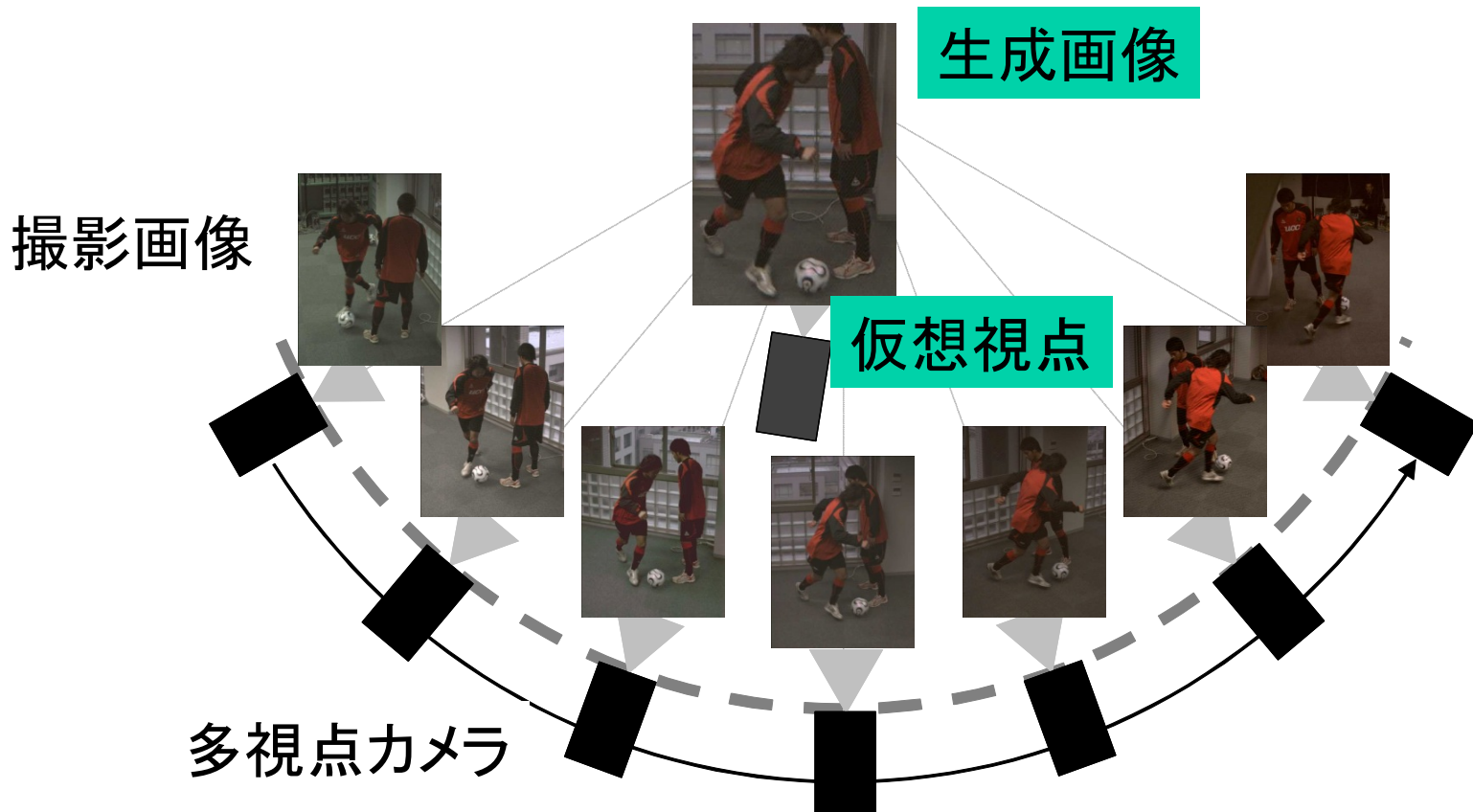
- Nagoya Univ. “Bird’s Eye View System” (2000年)
- Nagoya Univ. “Free-viewpoint TV” (2001年)

EyeVision (CMU): 物体追跡と撮影画像の切り替え (2001年)



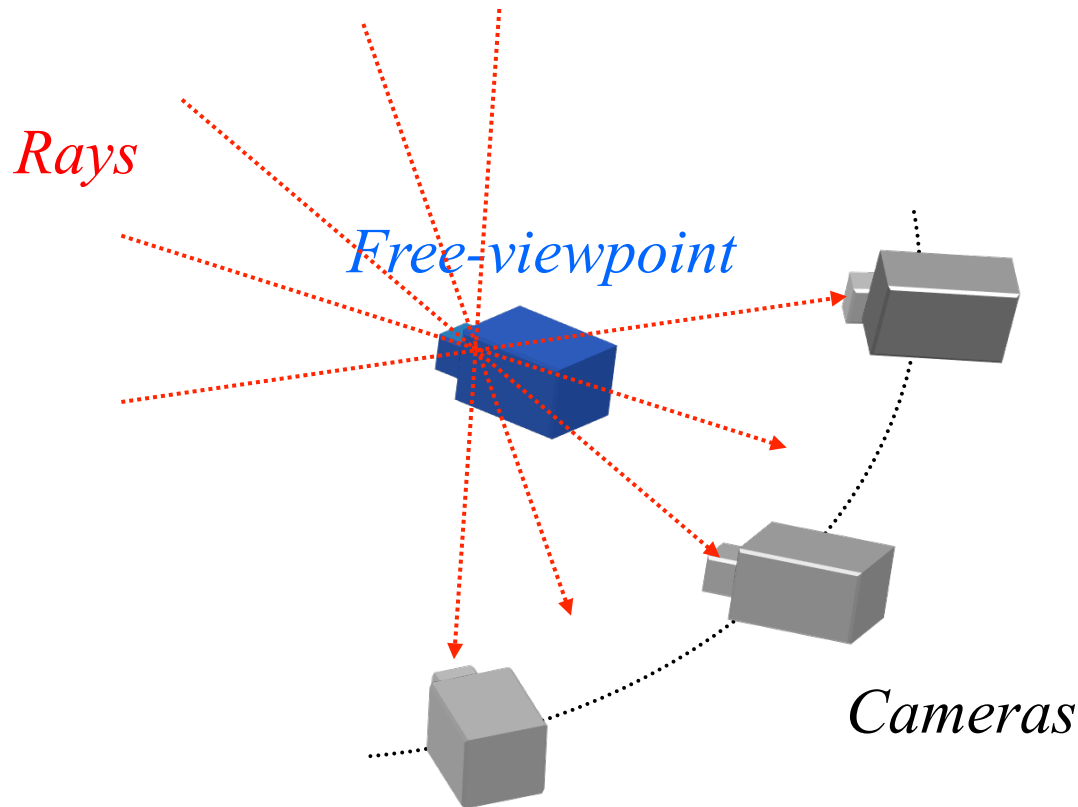
FTV

- 撮影していない位置にも視点を移動できる

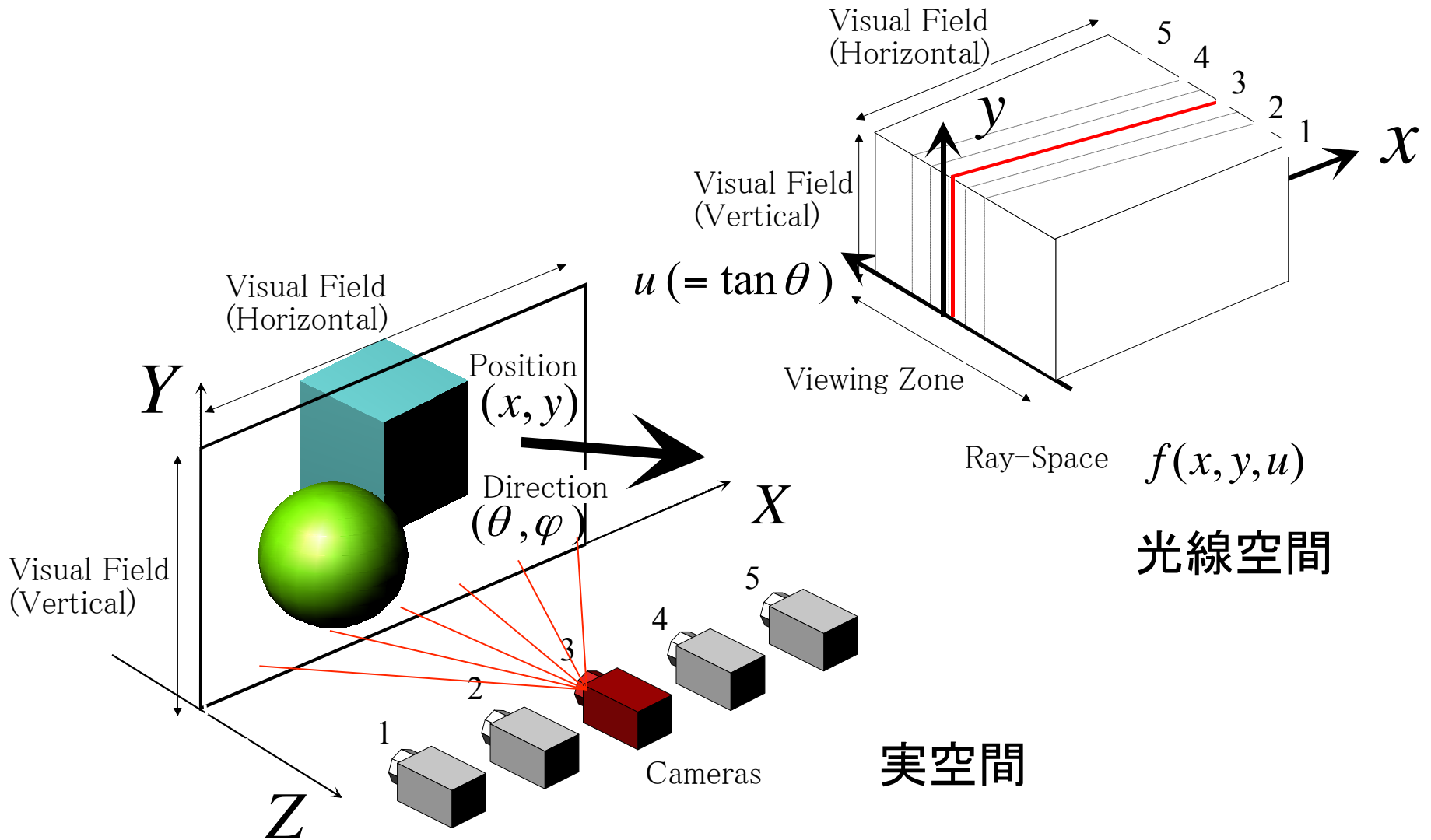


FTVを実現するには

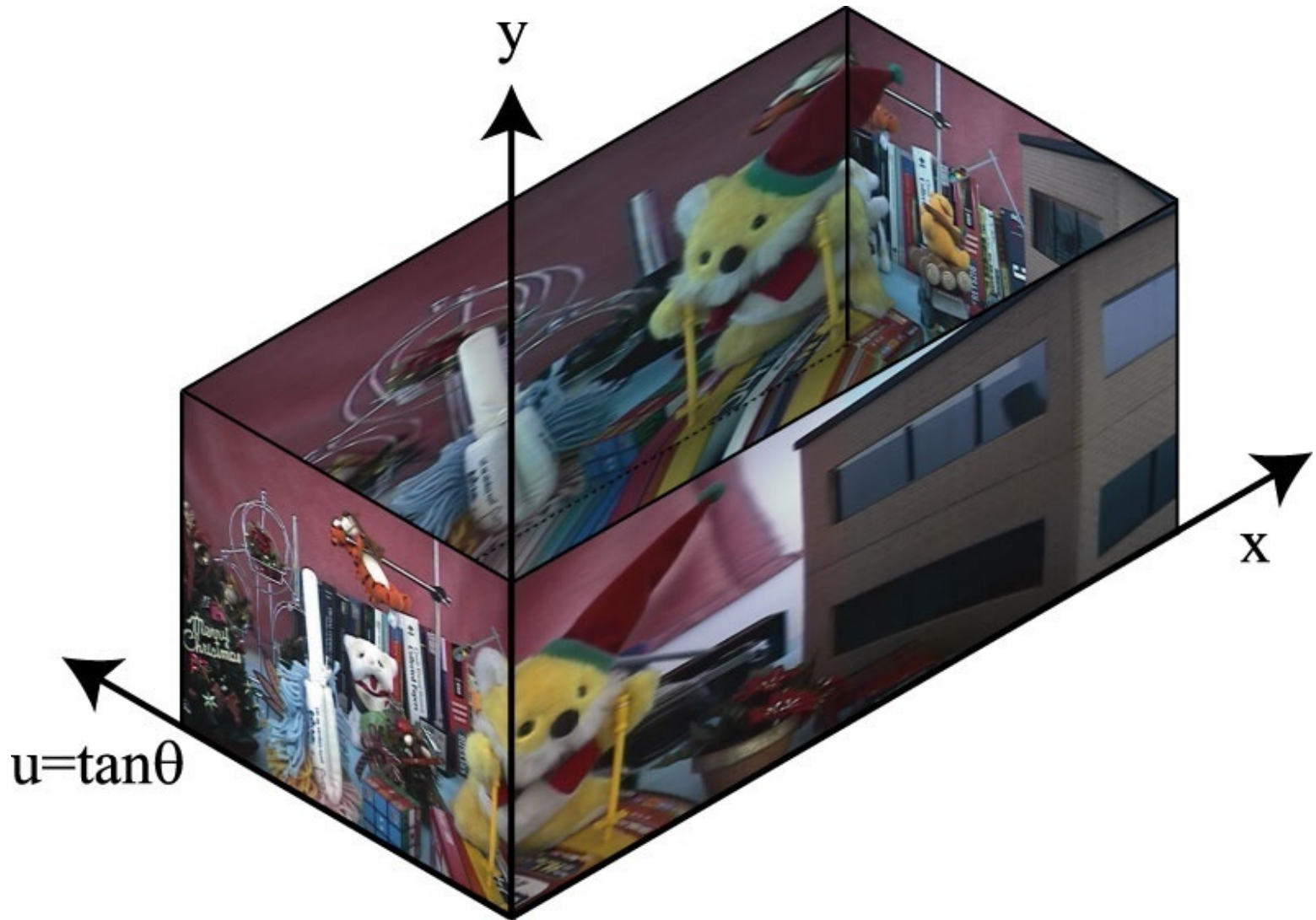
- 限られた視点の画像をカメラで撮影して伝達
- 他の視点の画像は光線の統合と補間で生成



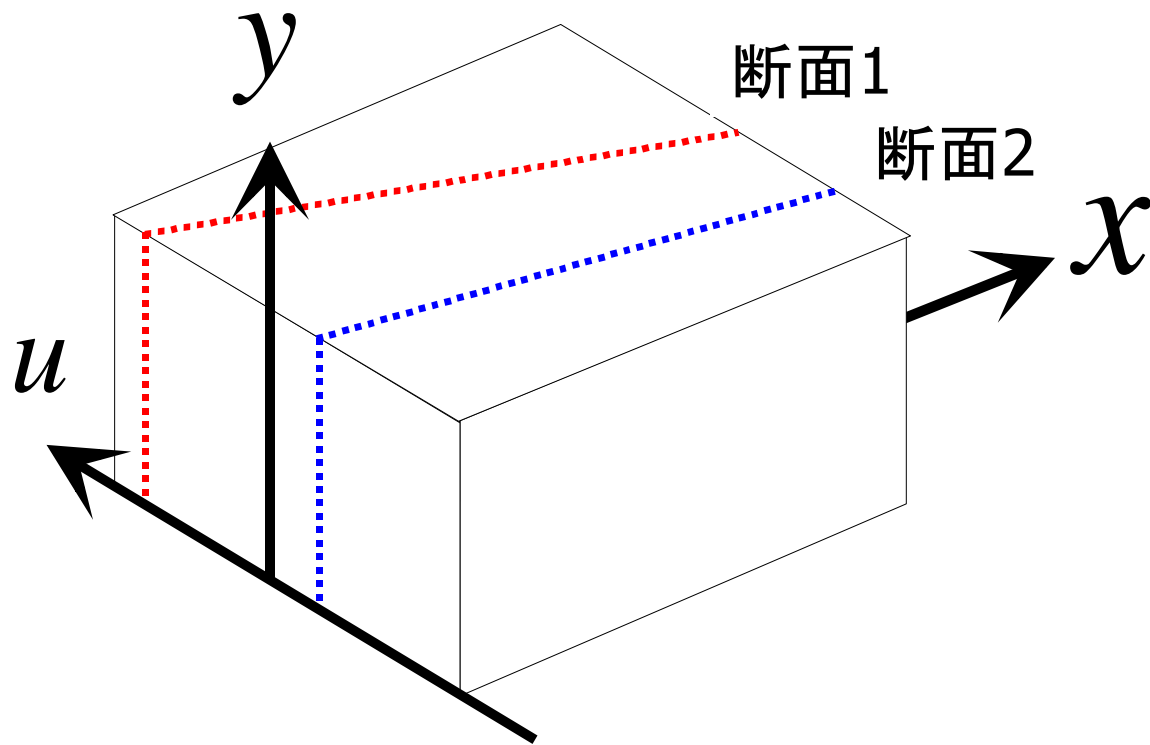
FTVの撮影



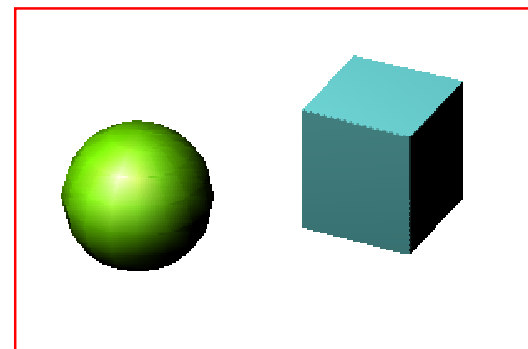
直交光線空間の構造



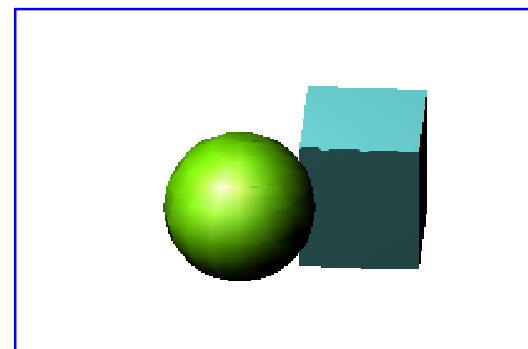
FTVの画像生成



自由視点画像

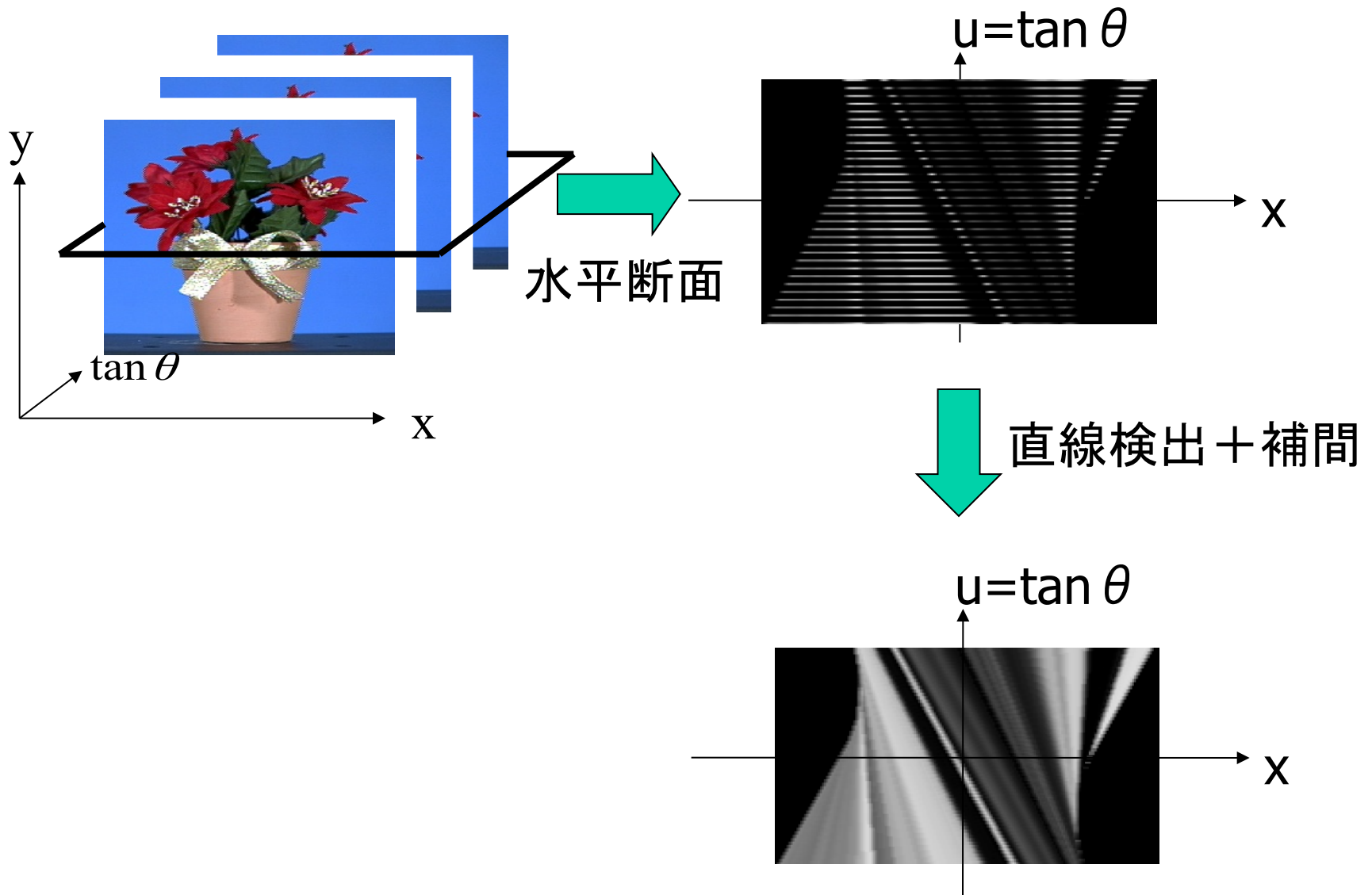


断面像1

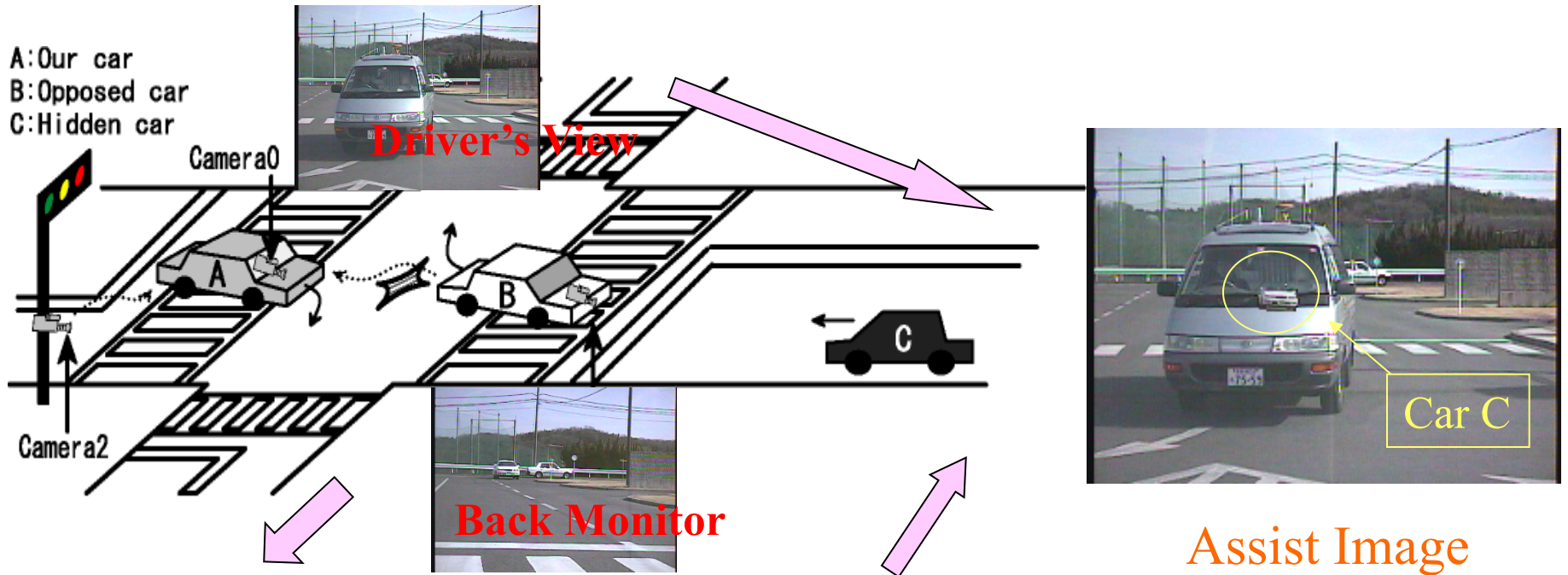


断面像2

直交光線空間の取得 (直線カメラ配置)

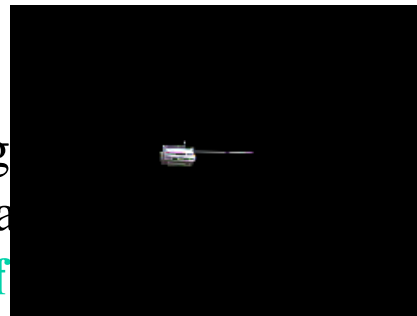


視点変換による交差点右折支援システム



Extraction

turning → the right
 t see car C beca
 the existence of



Viewpoint Change

Demo



通信・放送機構(TAO) 産学連携支援・若手研究者支援型研究開発制度

自由視点リアルタイム鳥瞰システムの研究 (名古屋大学, (株)豊田中央研究所)

1 研究開発の目的

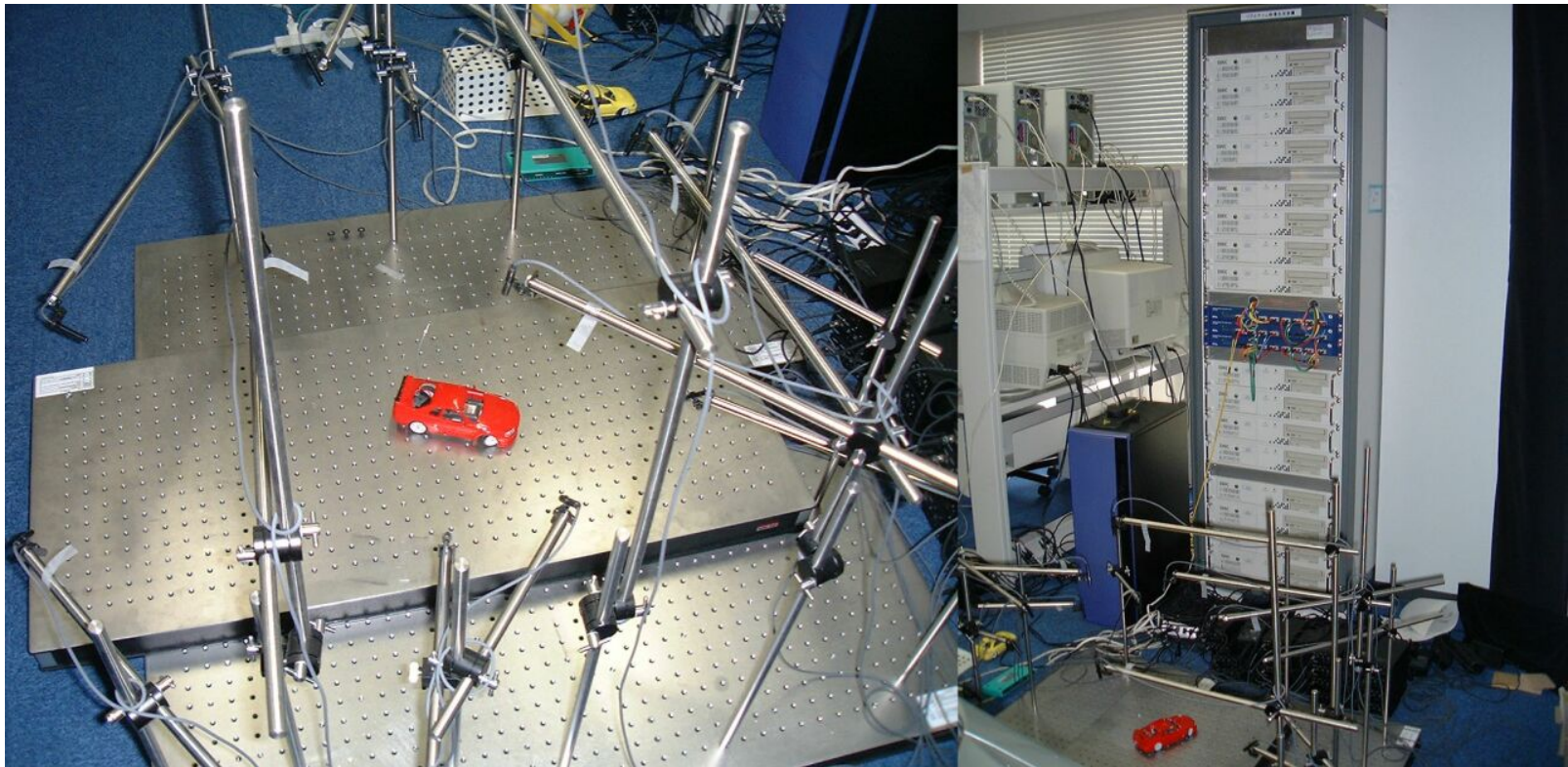
本研究では、複数地点に設置された多視点カメラの映像情報を元に、自由視点の鳥瞰図をリアルタイムに生成するシステムを構築する。鳥瞰図生成アルゴリズムは当研究グループの成果である光線マッピング法を基本とし、複数地点の映像情報をリアルタイムに解析・統合して自由視点の鳥瞰図を生成するアルゴリズム及びハードウェアを開発する。また、当研究開発を申請者が提案している「高度交通システム(ITS)における画像統合・再構築システム」の一つの具体例と位置付け、交差点や駐車場等において自由視点からの映像情報をリアルタイムに生成し、運転者に提示するシステムを構築する。

2 研究期間

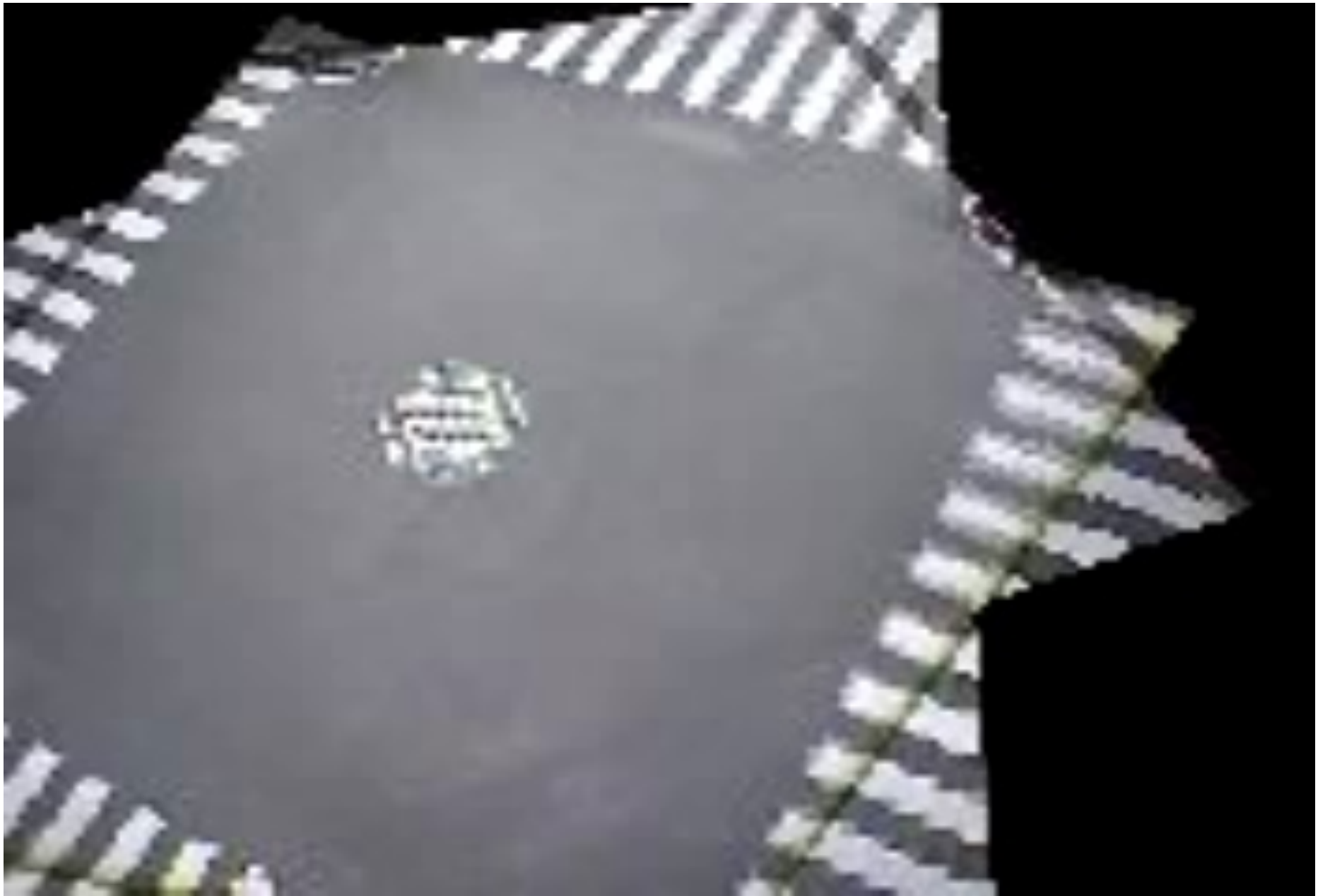
平成12年度(2000年)

- IEEE Intelligent Vehicle Symposium 2001, Outstanding Papers in Interactive Sessions Award
- 3次元画像コンファレンス2001, 優秀論文賞

自由視点鳥瞰システム(2000年) (世界初のFTV)



Makoto Sekitoh, Koichi Toyota, Toshiaki Fujii, Tadahiko Kimoto and Masayuki Tanimoto, "A Virtual Bird's-Eye View System Based on Real Image," *Electronic Imaging and the Visual Arts 2000 Gifu*, 8, pp.8-1 - 8-7, October 2000.



160×120 pixels, 10 frames/sec

FTVのコア技術

摄影

FTVの撮影・処理部



100眼システム

(名古屋大学IMI-COE・谷本研究室共同開発)

基本映像センサ サイズ	1392Hx1040V [pixel]
映像フレーム レート最大値	29.4118 [fps]
映像出力解像度	8 [bits/pixel]
カラー ラー方式	Bayerマトリックスカ
映像データ記録時間	約50 [min]
フレーム同期タイミングのばらつき	1以内 [μsec]
映像ピクセル クロック レート	50 [MHz]
音声帯域アナログ入力チャンネル数	4 [ch](最大)
音声帯域アナログ信号のAD変換サンプリング レート(オプション)	96~8 [kS/sec]
音声帯域アナログ信号のAD変換分解能	16 [bits]

100眼システム

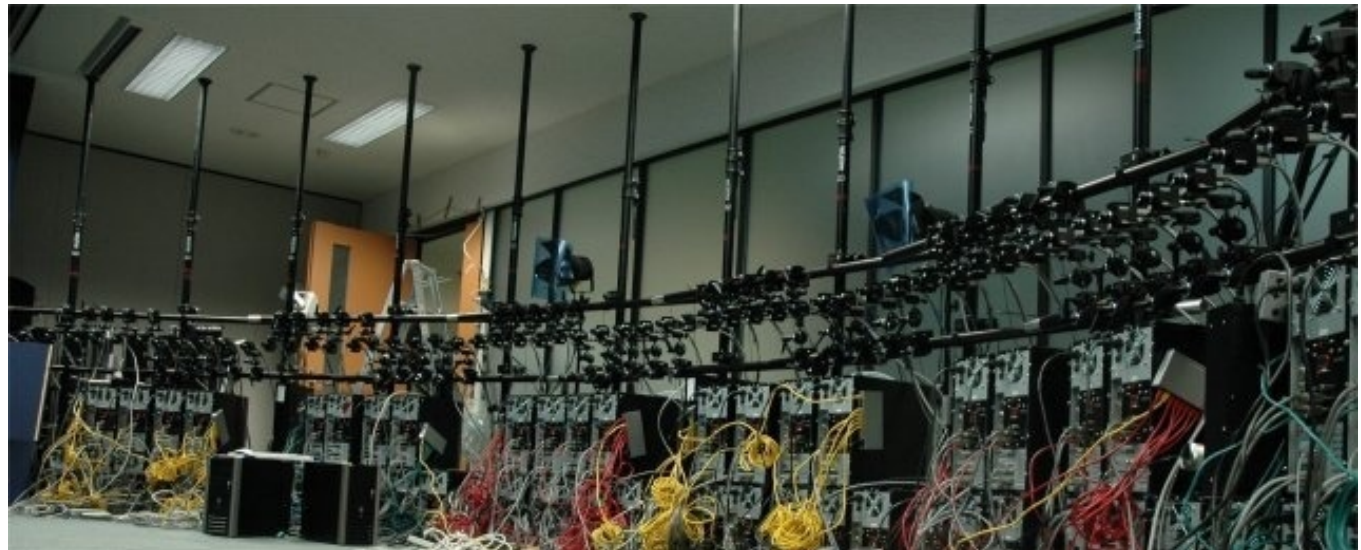
直線配置



2次元配置



円形配置



画像生成

FTV Demo: Aquarium

Original Camera Views (15 Cameras)



FTV Demo: Aquarium Generated Free Views



Original Views



Generated Views - Interpolated -



Generated Views - Forward and Backward -



FTV on PC

ノートPCで実現したFTV



表示

FTVインターフェイス

FTV on a laptop PC
with mouse control



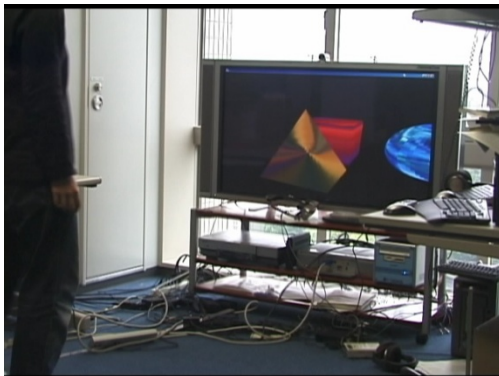
FTV on a mobile player
with touch panel control



FTV on an all-around
3D display (Seelinder)



FTV on a 2D display
with head tracking



FTV on a multi-view 3D display
without head tracking



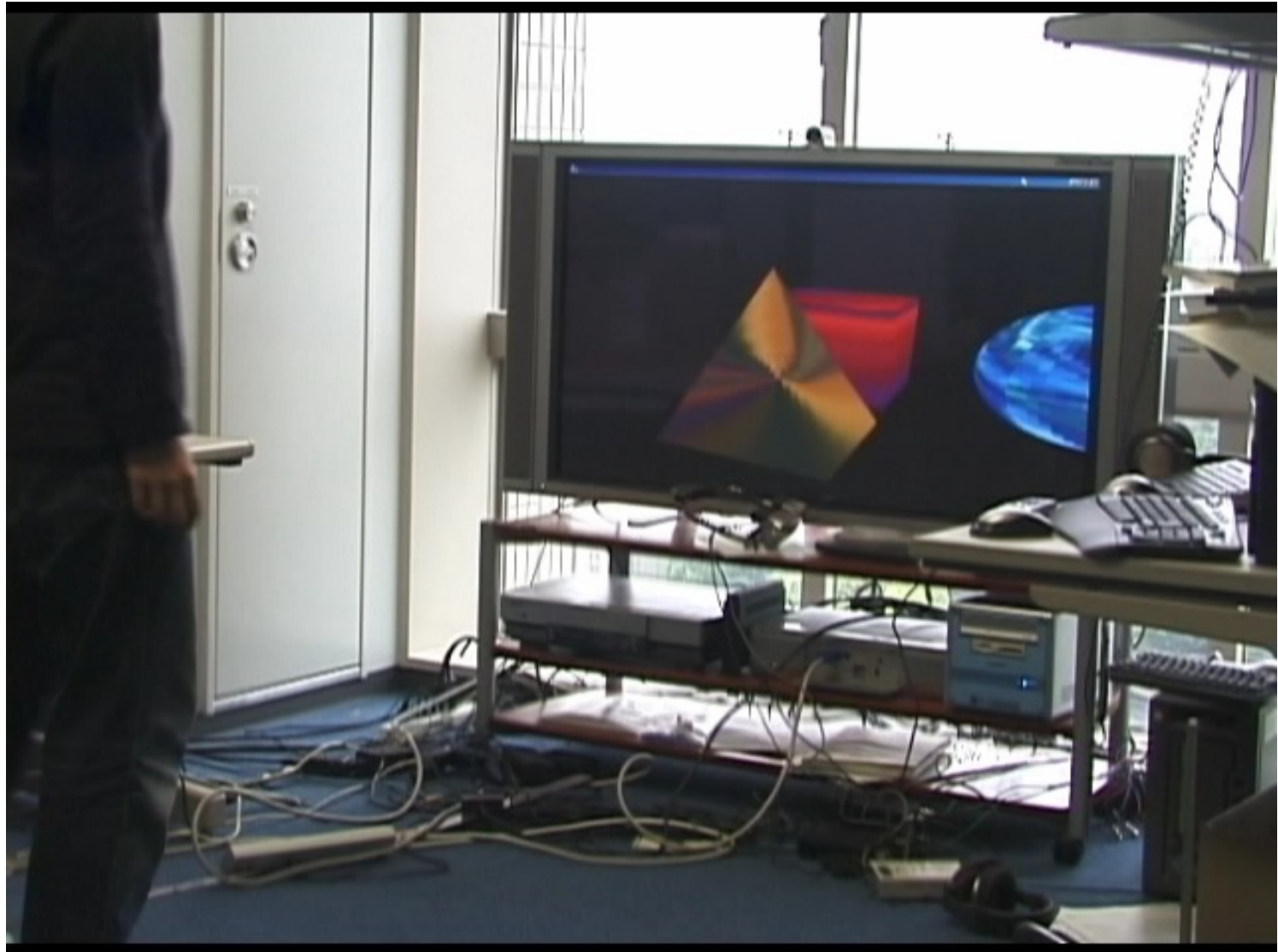
FTV on a multi-view 3D display
with head tracking



携帯端末で実現したFTV



視点追従2Dディスプレイ



多眼3Dディスプレイ



視点追従なし

視域が狭い
クロストークあり



視点追従あり

視域が広い
クロストークなし

光線再現360度ディスプレイ:The SeeLinder

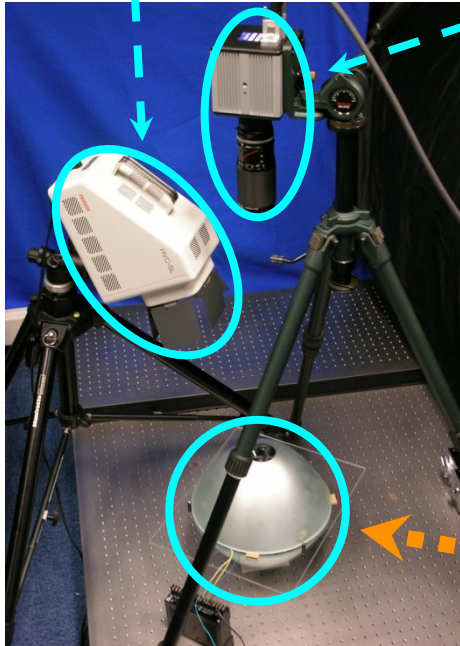


光線再現FTV

3D実空間の全ての光線を取得し、同じ光線を異なる場所や時間で再現する

ミラー走査全周光線取得装置

Metal Halide Lamp



High Frame-rate Camera



High Frame-rate Camera

Rotating Mirror (45 deg Slanted)

Optical Image of Object

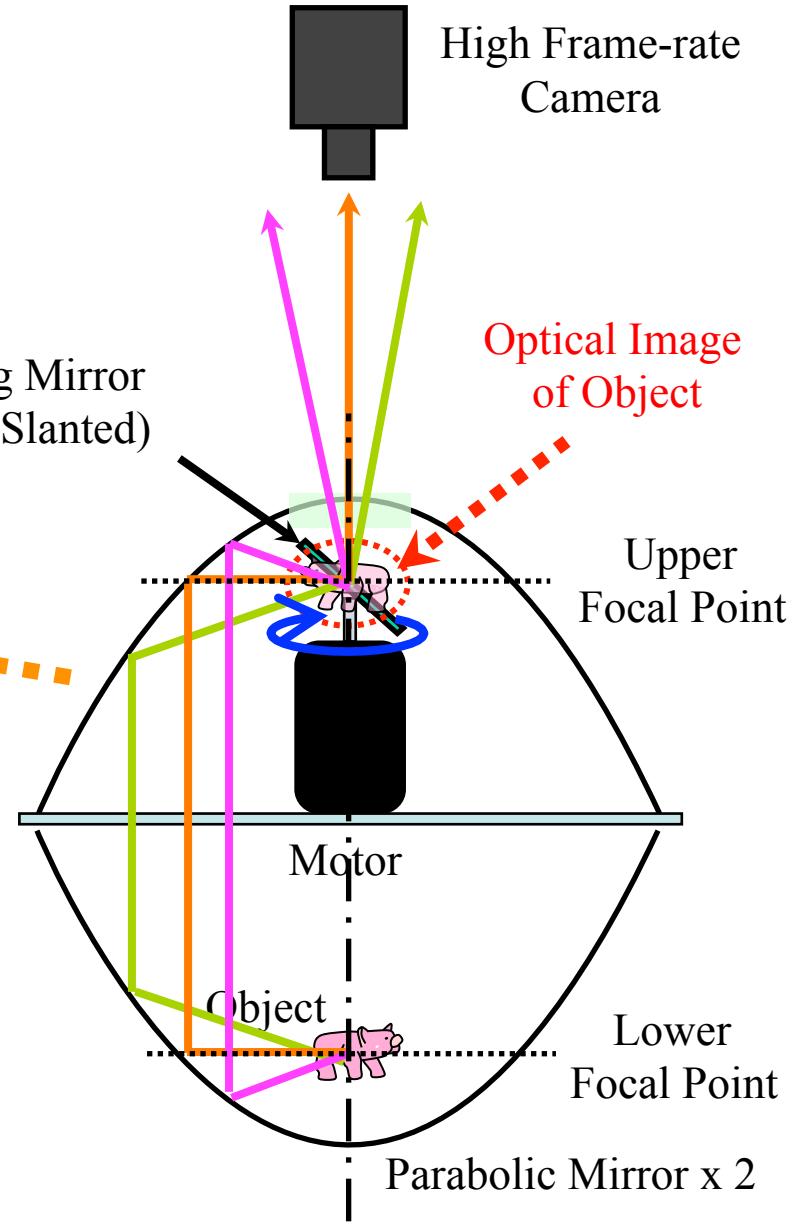
Upper Focal Point

Motor

Object

Lower Focal Point

Parabolic Mirror x 2

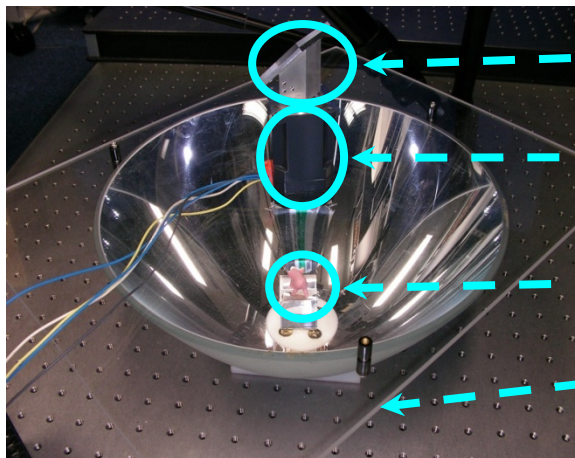


Rotating Mirror

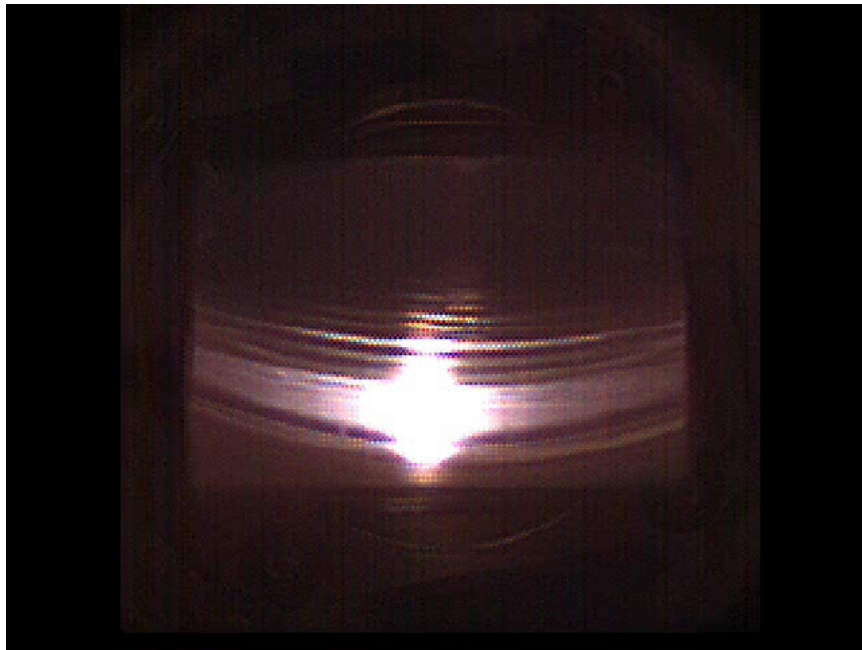
Motor

Object

Acrylic Board



ミラー走査全周光線取得装置で撮影した画像

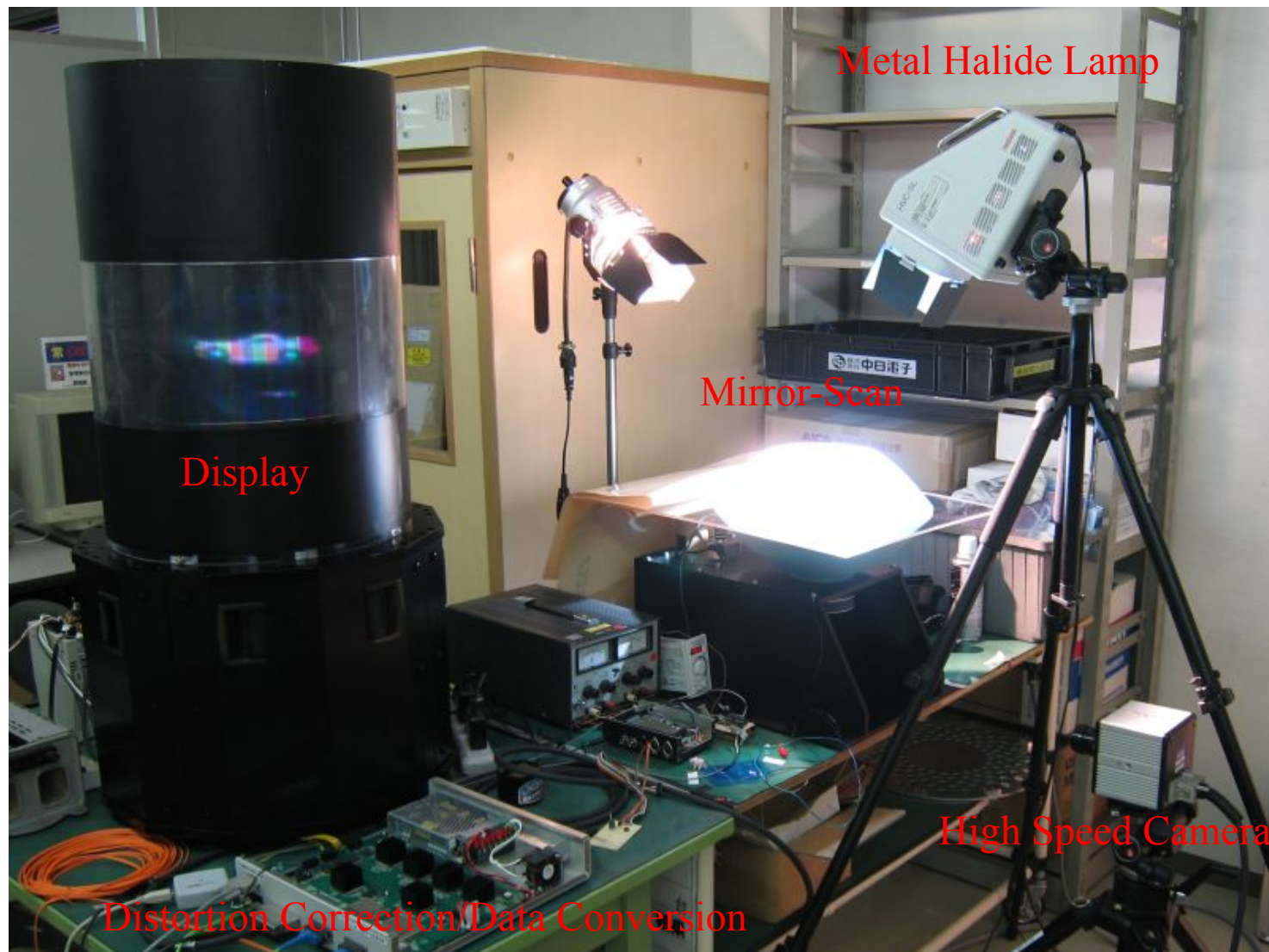


Milk drop into water

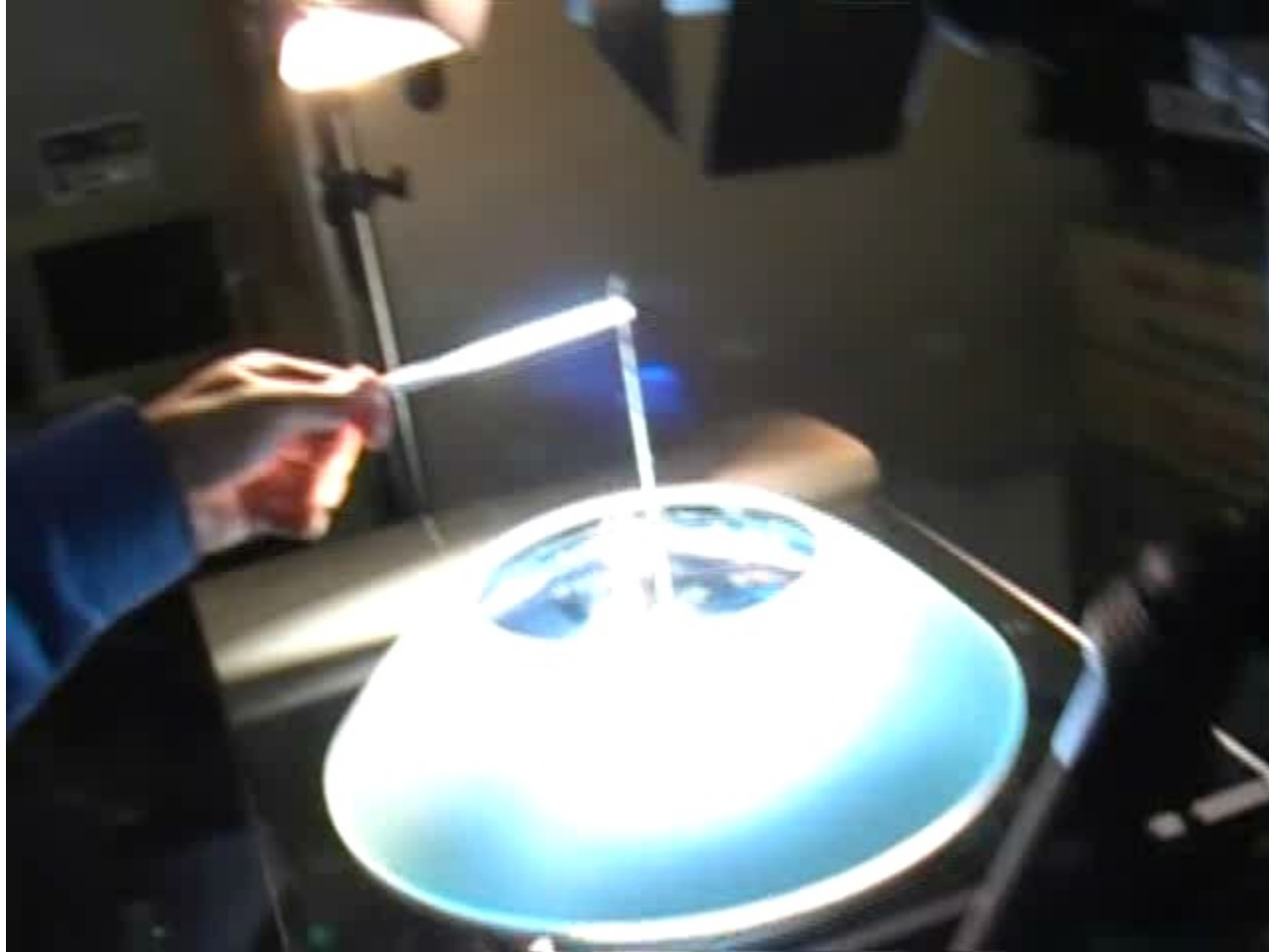


Pig

全周光線再現FTV



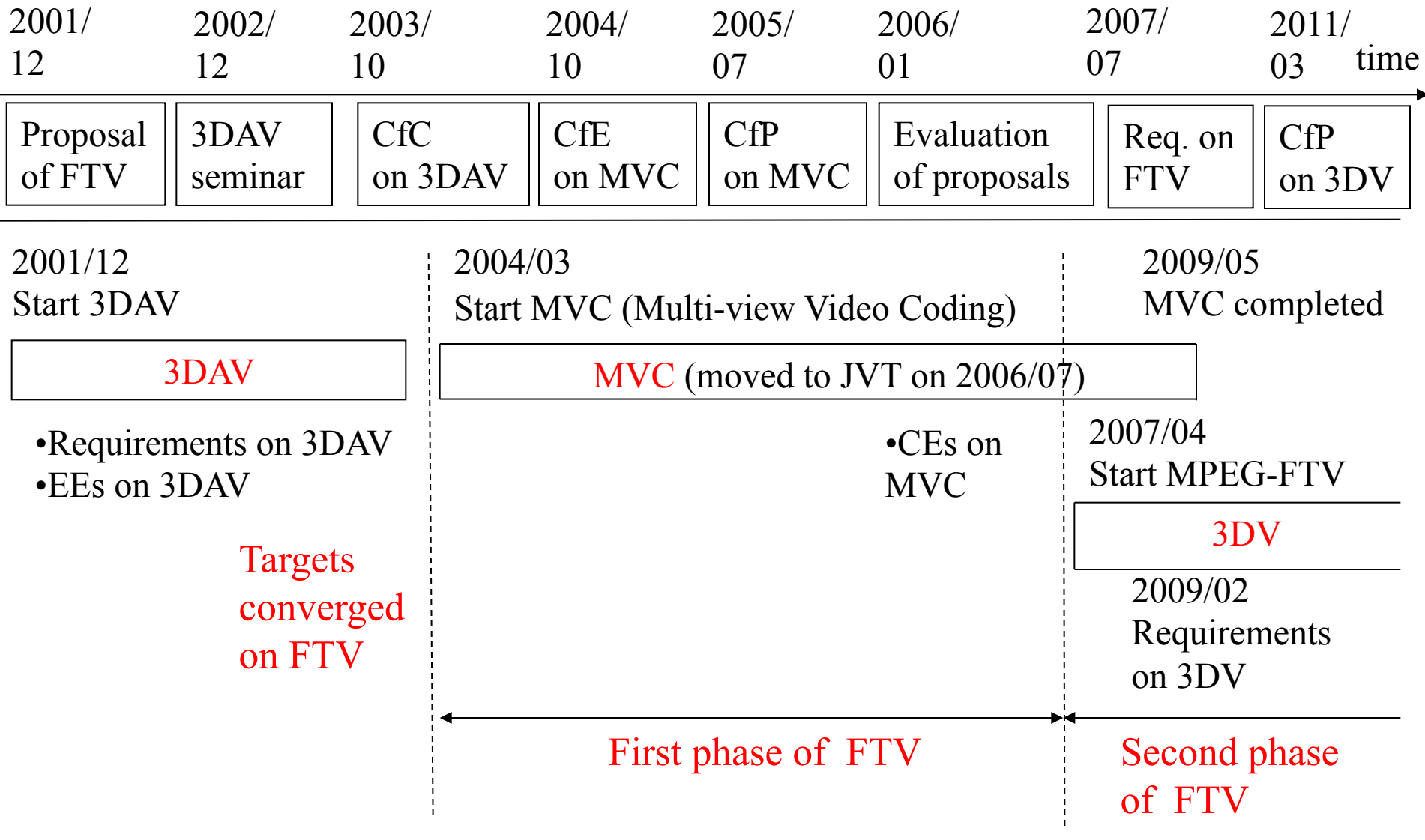
全周光線再現FTVのデモ



(3) MPEG活動(国際標準化)



MPEGにおけるFTV標準化の経緯



全方位映像

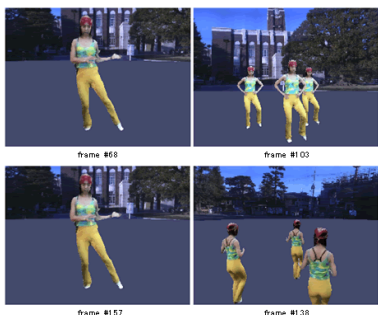
(奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
山澤一誠助教授撮影)



FTV



3次元ビデオ



<http://vision.kuee.kyoto-u.ac.jp/japanese/news/004.html>

2眼ステレオ

“Applications and Requirements for 3DAV”,
ISO/IEC JTC1/SC29/WG11,
N5877, July 2003.

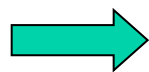


Stereoscopic Image

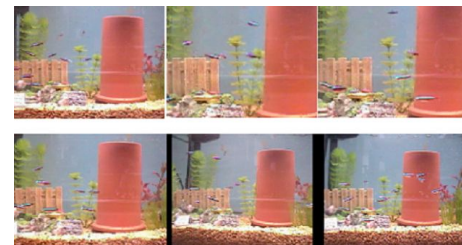


奥行き情報を用いた2眼ステレオ

3DAVでの審議



2004年3月
FTVに収束
MVCを開始



FTV

A. Smolić, and Peter Kauff,
“Interactive 3D Video
Representation and Coding
Technologies”, Proceedings of the
IEEE, Special Issue on Advances in
Video Coding and Delivery, Vol. 93,
No. 1, pp.98-110, January 2005.

JEITA FTV委員会

(社)電子情報技術産業協会(JEITA)
杉原 義得 のち 清 紹英 (JEITA
部長)

F T V委員会

委員長：谷本正幸教授（名大）

委員：東大、慶応大、三菱電機、Sky、NTT、
KDDI、シャープ、富士通、中京テレビ、日
立、ソニー、NHK、日本テレビ、東芝、セイ
コーエプソン、日本ビクター、NEC、テレビ
朝日、パナソニックコミュニケーションズ、
大日本印刷

2002年12月 MPEG国際セミナーを主催

MPEG 3DAV Seminar

December 8, 2002

Awaji Yumebutai International Conference Center

Cosponsors:

MPEG AHG on 3DAV
IMI (Intelligent Media Integration,
Nagoya University)
JEITA

Cooperation:

IEICE, ITE

Organizing Committee:

Masayuki Tanimoto (Chair, Nagoya University)
Toshiaki Fujii (Nagoya University)
Yoshinori Sugihara (JEITA)
Kohtaro Asai (Mitsubishi Electric)
Hideaki Kimata (NTT)

LECTURES

13:00-13:15

Introduction by Dr. Leonardo Chiariglione (Convener of MPEG)

13:15-15:15

(1) A Natural 3-D Display System: Parts of Results in Advanced 3-D Tele-Vision Project
by Telecommunication Advancement Organization (TAO) in Japan

Prof. Toshio Honda (Chiba University)

(2) Three-Dimensional Television System Based on Integral Photography

Mr. Makoto Okui (NHK, Japan Broadcasting Corporation)

(3) FTV (Free Viewpoint Television)

Prof. Masayuki Tanimoto (Nagoya University)

(4) Heterogeneous and Interactive 3D Video on the Argus Sensor Array

Prof. David J. Brady (Duke University)

2004年3月“Call for Comments on 3DAV” に21社が返答、内16社がFTVを支持

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11
CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO

ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N6081
München, March 2004

Source Leonardo Chiariglione, Convenor
Title Resolutions of the 68th meeting
Status Approved

Resolutions of the 68th meeting

7.4.3 WG11 thanks the following companies and organizations for their responses to the Call for Comments on 3DAV: 3D Consortium, Chukyo TV, ETRI, Fraunhofer HHI, Hanyang University, Hitachi, KDDI, Matsushita, Mitsubishi Electric Corporation, Mitsubishi Electric Research Laboratory, NEC, NHK, NTT, NTT Docomo, Sanyo, Sharp, Sky, Sony, STMicroelectronics, Toshiba, TU Ilmenau.

2005年7月発行の“Introduction to Multi-view Video Coding” FTVの符号化部分をMVCとして標準化

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
ORGANISATION INTERNATIONALE NORMALISATION
ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11
CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO

ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 **N7328**

July 2005, Poznan, Poland

Title Introduction to Multi-view Video Coding
Source Video
Status Approved

Introduction

Convergence of technologies from computer graphics, computer vision, multimedia, telecommunications, broadcasting, and related fields enables the development of applications that significantly extend the sensation of classical 2D video. Those new types of applications allow the user to freely choose a viewpoint of a visual scene or/and provide a 3D depth impression of a visual scene [1].

Fig. 1 shows a Free viewpoint TV (FTV) system [7]. FTV can generate very natural free viewpoint images in real time as shown in Fig. 2. A scene is captured using a dense array of synchronized cameras. The camera images are placed in a simple manner forming a Ray Space [8] that allows rendering the scene from any position by simple processing. So the user can view the scene not only from the original camera positions but also from any virtual viewpoint. FTV supports a wide variety of applications since it can be applied to any kind of scene.

FTV and FVV (free viewpoint video) are interesting for user applications (DVD of an opera/concert where the user can freely choose the viewpoint) as well as for (post-)production. Systems for the latter are already being used (e.g. for sports, movies, EyeVision, Matrix-effects).

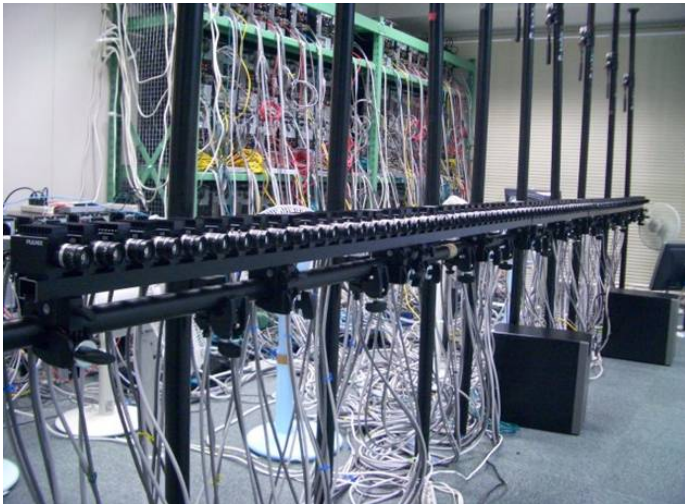


Fig. 1. Capturing and processing parts of FTV system. Fig. 2. Free viewpoint images generated in real time.

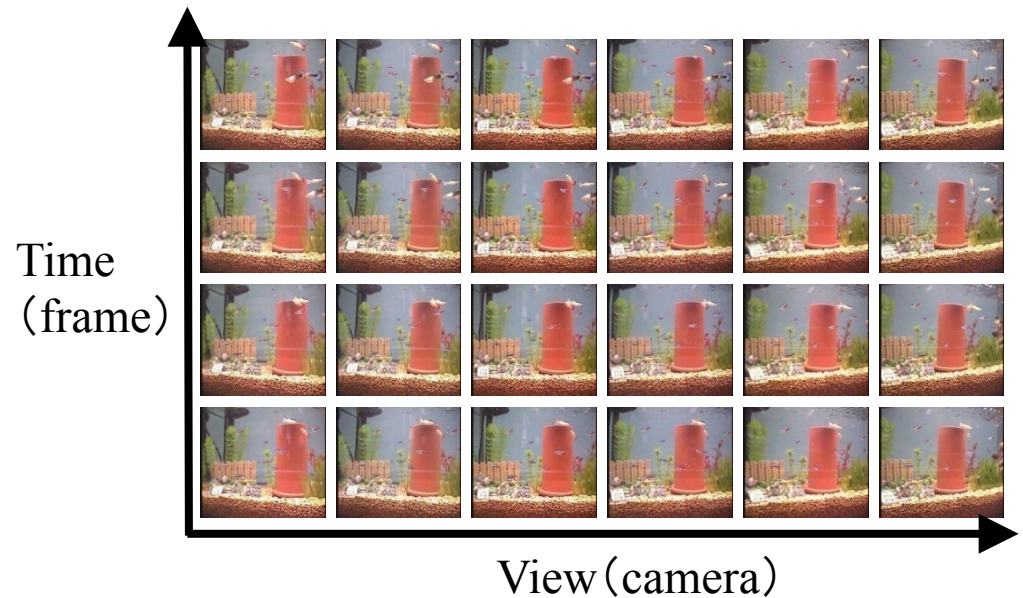
MVC (Multi-view Video Coding)

多数のカメラで撮影した映像の符号化方式の国際標準

- FTVの第1フェーズ
- 2004年3月開始、2009年5月終了
(ISO/IEC 14496-10:2009 Annex H)

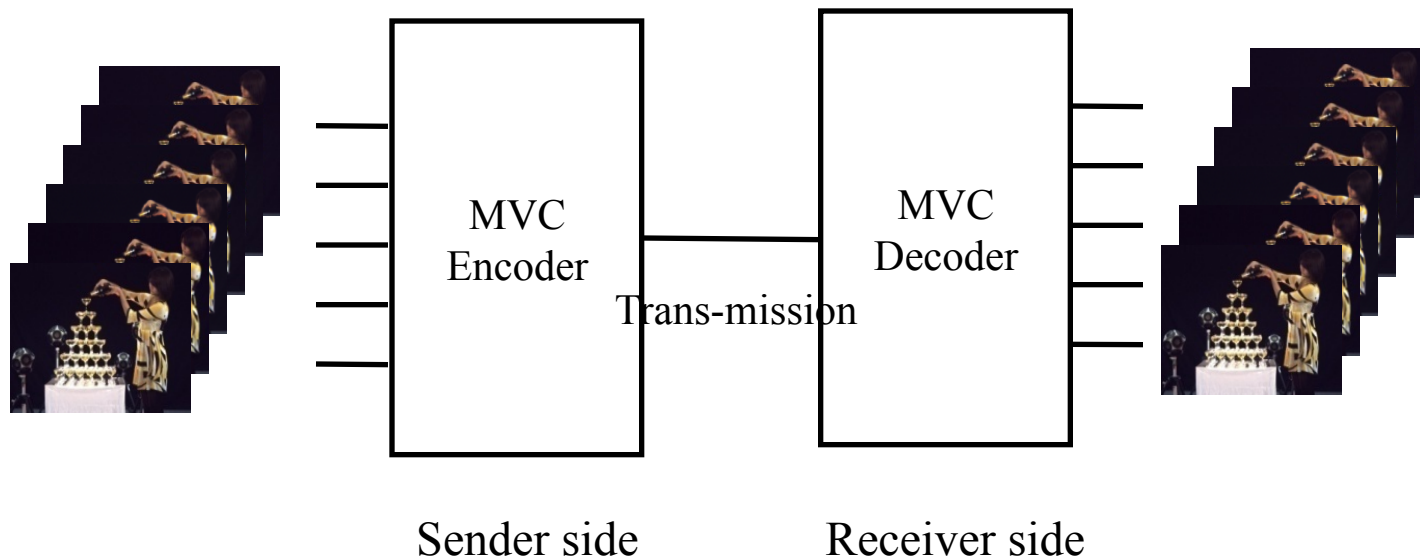


Multi-camera



Multiview video

MVC: FTVの第1フェーズ



Adopted by Blu-ray 3D

2007年4月 FTVの標準化項目の具体案を提案

**INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
ISO/IEC JTC1/SC29/WG11
CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO**

**ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M14417
San Jose, USA, April 2007**

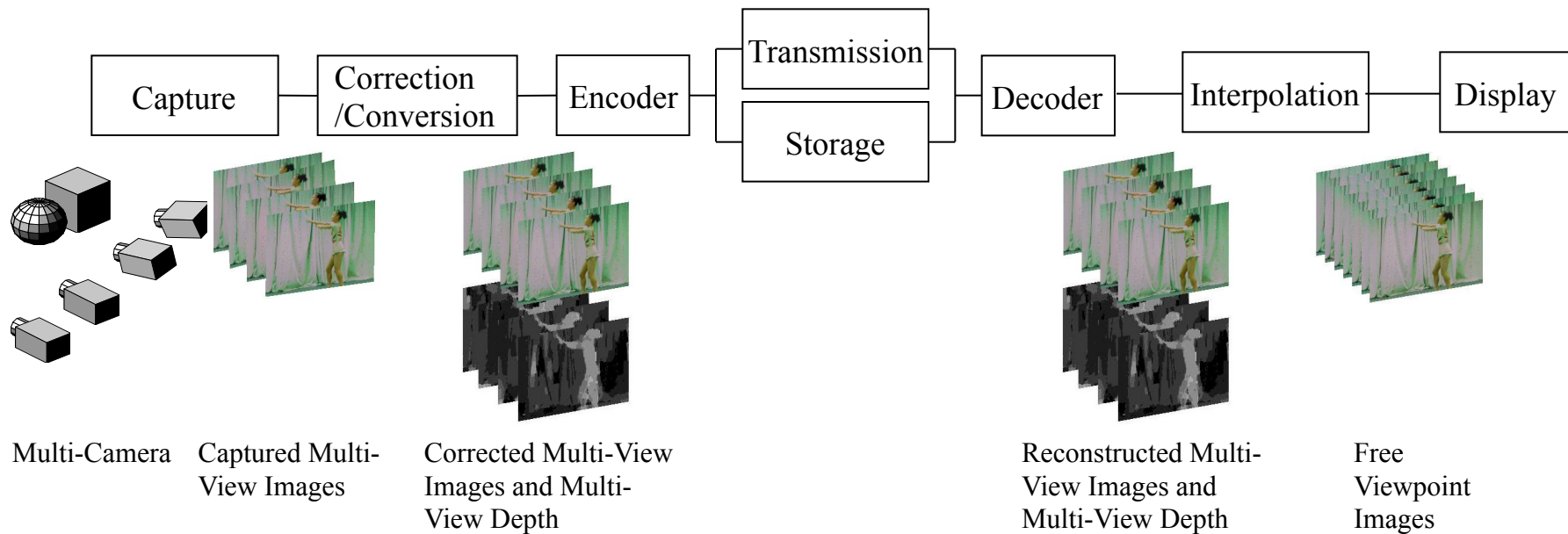
Title: Proposal on **Requirements for FTV**

Source: Nagoya University, NTT, and KDDI

Author: Masayuki Tanimoto (Nagoya Univ.), Toshiaki Fujii (Nagoya Univ.), Hideaki Kimata (NTT), and Shigeyuki Sakazawa (KDDI)

Status: Proposal

MPEG-FTV設立(2007年4月)

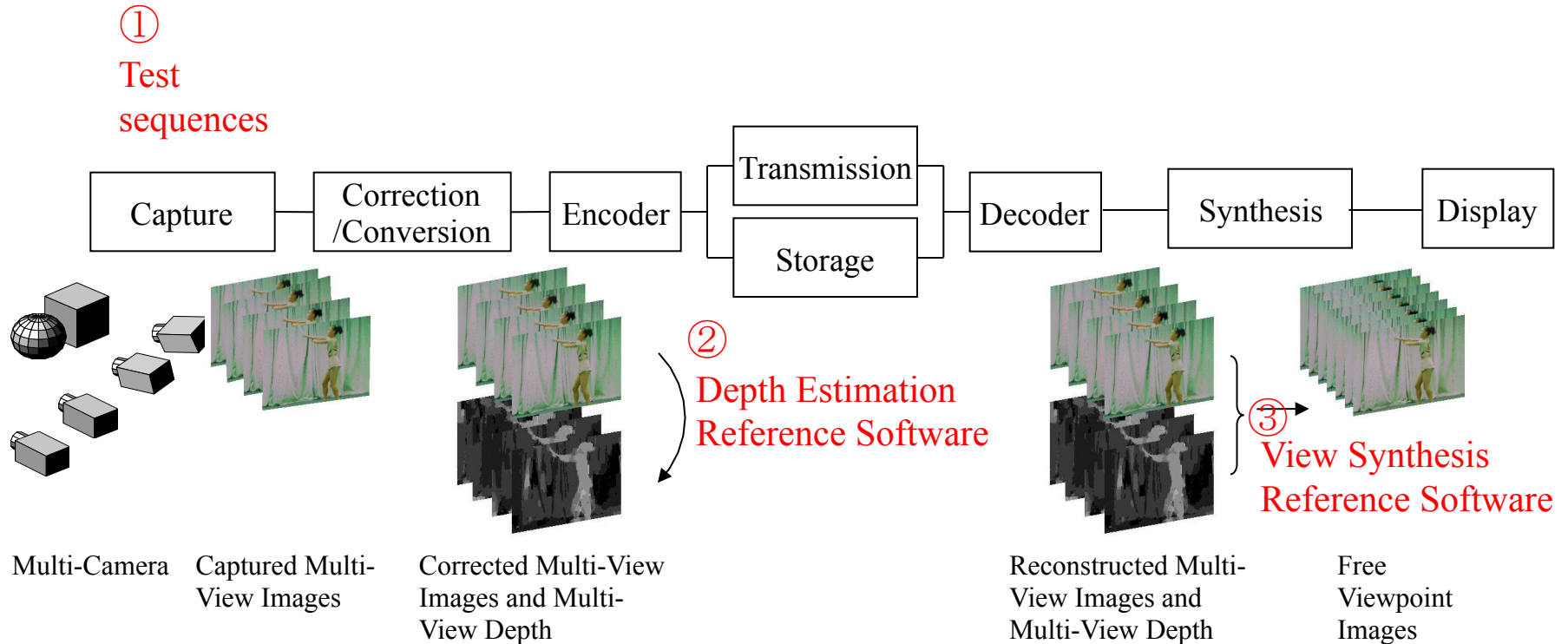


FTV Reference Model

Participants of Exploration Experiment (2009年2月現在33社)

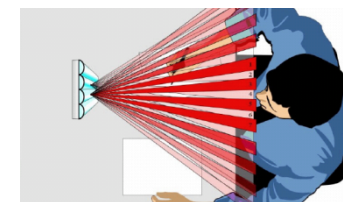
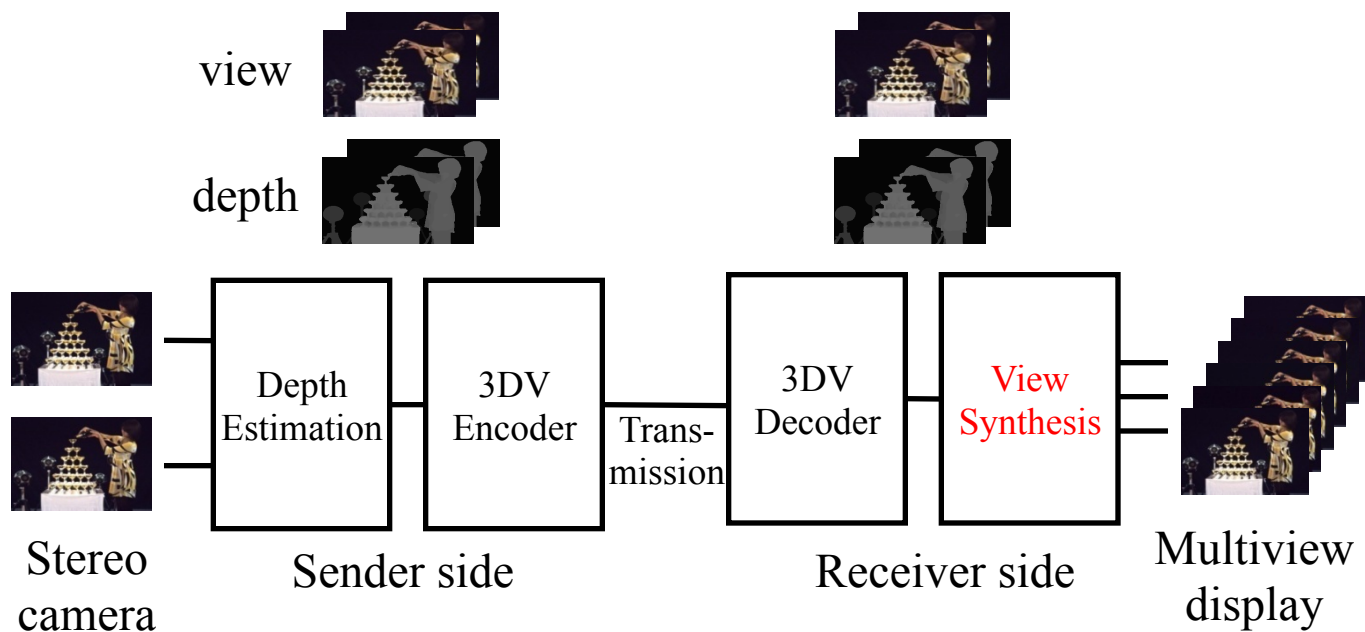
- Nagoya Univ. (Masayuki Tanimoto, tanimoto@nuee.nagoya-u.ac.jp,
Toshiaki Fujii, fujii@nuee.nagoya-u.ac.jp)
- NTT (Shinya Shimizu, shimizu.shinya@lab.ntt.co.jp)
- UPM (Pablo Carballeira, pcl@gti.ssr.upm.es)
- Philips (Fons Bruls, fons.bruls@philips.com)
- GIST (Yo-Sung Ho, hoyo@gist.ac.kr,
Kwan-Jung Oh, kjoh81@gist.ac.kr,
Cheon Lee, leecheon@gist.ac.kr,
Sang-Beom Lee, sblee@gist.ac.kr)
- ETRI (Gi-Mun Um, gmum@etri.re.kr,
Gun Bang, gbang@etri.re.kr)
- JVC (Hiroya Nakamura, nakamura-hiroya@jvc-victor.jp)
- Poznan Univ. of Technology (Marek Domanski domanski@et.put.poznan.pl,
Krzysztof Klimaszewski, kklima@et.put.poznan.pl
Olgierd Stankiewicz, ostank@multimedia.edu.pl)
- Thomson (Purvin Pandit, purvin.pandit@thomson.net,
Guillaume Boisson, guillaume.boisson@thomson.net,
Dong Tian, dong.tian@thomson.net,
Patrick Lopez, patrick.lopez@thomson.net)
- MERL (Sehoon Yea, yea@merl.com
Anthony Vetro, avetro@merl.com)
- Peking Univ. (Siwei Ma, swma@jdl.ac.cn)
- Tsinghua Univ. (Xiaozhong Xu xxzh00@mails.tsinghua.edu.cn,
Gang Zhu zhug01@mails.tsinghua.edu.cn,
Ping Yang yangping00@mails.tsinghua.edu.cn)
- Huawei (Sixin Lin, linsx@huawei.com,
Shan Gao, s.gao@huawei.com
Lianhuan Xiong, lh_xiong@huawei.com)
- Xidian Univ. (Haitao Yang, htyang@mail.xidian.edu.cn)
- Telefonica (Leonardo Lizcano, lle@tid.es)
- Samsung (Youngho Moon, youngho78.moon@samsung.com)
- LG Electronics (Jung Eun Lim, earth@lge.com,
Jaewon Sung, jwsung3@lge.com)
- Nokia/TUT (Ying Chen, ying.chen@tut.fi)
- NICT (Taka Senoh, senoh@nict.go.jp)
- Kwangwoon Univ. (Dong-Gyu Sim, dgsim@kw.ac.kr,
Gwangshin Cho, bbaktoong@kw.ac.kr)
- Sharp (Andrew Segall, asegall@sharplabs.com)
- Fraunhofer HHI (Aljoscha Smolic, Smolic@hhi.de)
- NCTU/ITRI (Yi-Wen Chen, ewchen@csie.nctu.edu.tw)
- Motorola (Faisal Ishtiaq, faisal@motorola.com,
Yong Wang, YongWang@motorola.com)
- NXP (Arnaud Bourge, Arnaud.Bourge@nxp.com)
- Ericsson (Ivana Radulovic, Ivana.Radulovic@ericsson.com)
- Logitech (Lazar Bivolarski, Lazar_Bivolarski@logitech.com)
- Orange/ France Telecom (Stephane Pateux, stephane.pateux@orange-ftgroup.com)
- FUB (Vittorio Baroncini, vittorio@fub.it)
- Sony (Teruhiko Suzuki, teruhikos@jp.sony.com)
- Zhejiang Univ. (Lu Yu, yul@zju.edu.cn)
- ASTRI (Carmen Cheng, carmen@astri.org)
- Qualcomm (Giovanni Motta, gmotta@qualcomm.com)

MPEG-FTVへの名古屋大学の貢献



FTV Reference Model

3DV: FTVの第2フェーズ



“Introduction to 3D Video”, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, N9784, May 2008.

Targeting multiview 3D display

MPEG-FTVで活動した仲間



山下、杉原、谷本



木全、藤井、杉原、山澤、北浦



鈴木、谷本



波部、藤井、木全、川田、谷本



石川、伊藤、北原



妹尾、服部、谷本



内藤、中村



清、谷本、藤井、メンノ、妹尾、メヘルダッド、清



志水、妹尾、キャリリヨーネ、谷本

2022年FIFAワールドカップ®日本招致委員会

サッカースタジアムの感動をFTVで再現し世界に配信

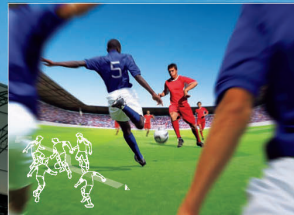
PROPOSAL 1

最先端テクノロジーによる サッカーコンテンツの革新

世界最先端の“超臨場感技術”が、サッカーの新たな感動と興奮をもたらし、世界の隅々に至るまで“208 Smiles”を生み出す。

Freeviewpoint Vision

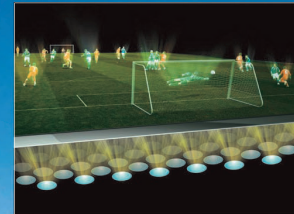
- ・スタンド内360度に設置された、200個の8K高精細カメラが捕らえる“Freeviewpoint Vision”（自由視点映像）は、ピッチ上の選手一人ひとりの動き、ボールの動きを、あらゆる角度から撮影し、圧迫的迫力で観る者に迫る。その臨場感にゲームを体験するといふよりも、ピッチ上においてそこに参加するといふ感覚に近い。
- ・“Freeviewpoint Vision”による映像は、スタジアム内に設置された超高精細大型ディスプレイに映し出され、観客は選手の足遣い、鼓動を感じる距離から、あるいはほぼ常に選手たちの視点から、ワールドカップを“体験”することになる。
- ・“Freeviewpoint Vision”による映像は、スタジアム内の大型映像システムのほか、ファンフェスト会場のパブリック・ビューイングのスクリーンに映し出すことも可能である。



競技場の3次元レプリカ

Full Court 3D Vision

- ・スタンド内360度に設置された200個の8K高精細カメラが、ピッチ全体を俯瞰した映像を捕らえ、平置き型の巨大ディスプレイに3Dで再現する。
- ・平置き型ディスプレイの平面上に浮かび上がった立体映像は、360度どの角度からも、特殊なメガネをかけることなく観て鑑賞することができる。
- ・“Full Court 3D Vision”は、ファンフェスト会場のディスプレイとして用いられ、従来のパブリック・ビューイングの概念を劇的に変化させる。巨大ディスプレイ上に躍動する選手を見た瞬間、観客は実際のスタジアムにいるかのような臨場感に圧倒されることになる。



自由な視点移動

8K高精細カメラ

スタンド内360度に200個の8K高精細カメラを配置、ピッチ上の選手一人ひとりの動き、ボールの動きを、あらゆる角度から撮影。

高感度オムニマイク

ピッチ上から約100個の高感度オムニマイクを配置、ボールを蹴る選手やゴールキーパーの動き、観客の歓声や選手からあがり合う音など、すべてを収録。

音力発信システム

スタンド内各方向に音力発信システムを配置、観客の足音や拍手をリアルタイムに音力発信し、観客席に設置された大規模発信機と合わせて、スタジアムに満音する響力のすべてを届ける。

高性能コンピューティングシステム

高性能コンピューティングシステムにより、カメラが捉えた映像、音声をリアルタイムに処理し、スタジアム内の大型映像システム及びテレビ放映機として全世界に配信。

2022年FIFAワールドカップ日本招致委員会

招致コンセプトビデオ

Revolutionising Football

“サッカー観戦を革新する日本の技術力”

http://www.dream-2022.jp/jp/our_bid/bid_book/

テレビ朝日「報道ステーション」 2010年12月1日



2022年FIFAワールドカップ開催国を決める投票日前日の報道

谷本研究室の目標

- 現実世界を光線ベースで完全に再現する
- 光線を取得・処理・通信・表示する技術の完成
- 究極の映像メディアである光線再現型FTVと光線画像工学の構築

ISSCC® 2012 | February 19-23, 2012

Silicon Systems for Sustainability

San Francisco Marriott Marquis, San Francisco, California, USA

Special Evening Topics

Sunday, February 19

What's Next in Robots? ~ Sensing, Processing, Networking Toward Human Brain and Body.

Hiroshi Ishiguro, Osaka University
Günter Niemeyer, Willow Garage

Simon DiMaio, Intuitive Surgical
Bruno Maisonnier, Aldebaran Robotics

Monday, February 20

Technologies that Could Change the World - You Decide!

Kofi Makinwa, Delft University of Technology Aaron Partridge, SiTime
Yannis Tsvividis, Columbia University
Georges Gielen, Katholieke Universiteit Leuven
Michael Perrott, Masdar Institute of Science and Technology

Optical PCB Interconnects, Niche or Mainstream?

David Miller, Stanford University Mario Paniccia, Intel
Bert Offrein, IBM Research - Zurich Keishi Ohashi, NEC

Tuesday, February 21

Vision for Future Television

Brendan Traw, Intel
Masayuki Tanimoto, Nagoya University

Yuzo Hirayama, Toshiba



謝辞

名古屋大学電気系教室、情報系教室の皆様に深く感謝します。

東京大学を始め各大学の諸先生方、学会、財団、官庁、企業の皆様、研究室に所属して頂いた教職員、学生、研究員の皆様にも深く感謝します。

- 文部科学省科学研究費
- 通信・放送機構(TAO) 研究開発制度
- 経済産業省基準認証研究開発事業
- 総務省SCOPE
- NICT委託研究
- JEITA
- 名古屋大学IMI-COE
- 3Dコンソーシアム
- 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム(URCF)
- 企業委託研究・寄付金