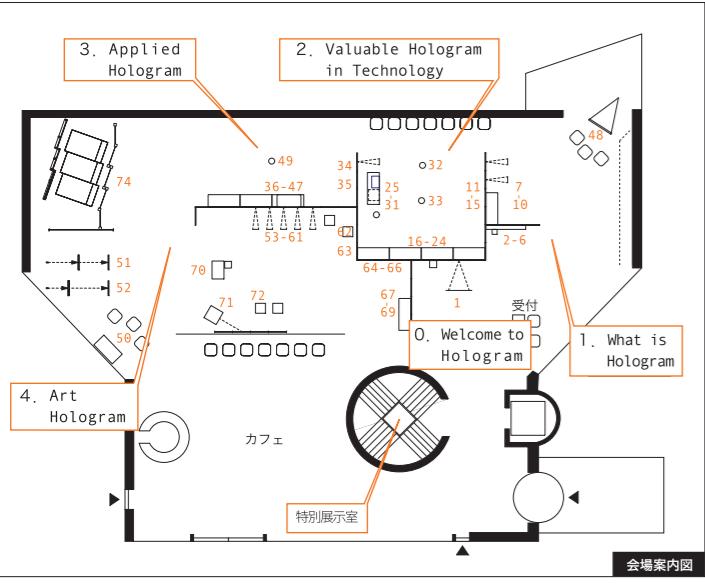




東京工業大学百年記念館第7回特別展示・講演会

ホログラフィー サイエンスからアートへ

1. 空気の乱舞 Distorted Air 石井 勢津子 1985年 レインボウ ホログラム 石井 勢津子 藏



1. ホログラフィー展示会
期間：平成18年5月11日（木）～5月23日（火）
開館：10:00～17:00
(初日のみ13:00～17:00 会期中休館日なし)
会場：東京工業大学 百年記念館1F展示室・BF展示室
入場無料

2. 講演会
日時：平成18年5月19日（金）15:00～17:30
会場：東京工業大学 デジタル多目的ホール（大岡山西9号館）
参加無料

主催：東京工業大学百年記念館 演講会共催・展示協力：応用物理学会日本光学会ホログラフィックディスプレイ研究会
協賛：芸術科学会／3次元映像フォーラム／凸版印刷（株）／大日本印刷（株） 後援：（社）蔵前工業会／目黒区教育委員会

ホログラフィー展示会委員会
会長：岩田康祐 石井勢津子 亀井宏行 小寺光男 植田健治 道家将 寺山雅浩 井上修 森澤淳一 花崎すが子
副会長：廣瀬俊子 大原直美 唐澤司 春本敏彦 原恵子 遠藤康一 根本理恵 三橋士文 塚越智之 岩間直哉
顧問：廣野雄太 阿部時也 藤井英明 田島英朗 鮎口晴彦 山口雄也 小島達也 原春香 吉澤慎吾 渡辺啓太
本部職員：古川桂 片岡伸彰 川島写真機店

この目標は、本学名譽教授辻順平著「ホログラフィーとその応用」と共に、「東京工業大学百年記念館第7回特別展示・ホログラフィー サイエンスからアートへ」（平成18年5月11日～5月23日）の配布用として東工大百年記念館で発行したものである。

2. Valuable Hologram in Technology

技術的に価値の高いホログラム

現在、偽造防止印刷に広く使われているエンボスホログラム。フォトレジスト感光材料に光の干渉縞を微小な凹凸で記録し、金型を使ってプラスチックなどに転写します。これによってホログラムを安価に大量複製する事が可能になりました。凸版印刷は、本学社内順平研究室との共同研究により開発されたホログラム複製技術を基にして、これを実用化しました。「ペンローズ年鑑」のホログラムは1975年に同社による大量複製のエンボスホログラムとして最初に作られたものです。

感光材料の進歩もホログラムの品質を高めています。分解能の高いハロゲン化銀（「マスク」や「バタフライズ」）、ポリマー（「ポラロイドカーメル」）、ダイクローメーテッドゼラチン（「ツタンカーメン」）などの材料によって、明るくノイズの少ない再生像が得られています。また、赤、緑、青の三原色のレーザーを使って、物体の質感までリアルに再現するフルカラーのホログラムも記録できるようになりました。

「ホログラフィック・ステレオグラム」の技術を使えば、レーザーの光を当ててホログラムを撮影することが難しい被写体や、コンピューター処理された3次元画像データから立体像を記録することが可能になります。円筒型のマルチブレックスホログラムはホログラフィック・ステレオグラムの一種で、360°全ての方向から像を観察できます。本学では、その医療への応用として、CTなどによって撮影された骨や内臓の構造を立体的に再現して診断に役立てるため、医用ホログラフィック・ステレオグラム自動製作装置を開発しました（地下展示室）。「ベイビー・スカル」のホログラムは頭蓋骨に病気を持つ幼児のCT像から作成したもので、3次元的な構造がよくわかるので手術計画などに役立つものと評価されています。

ホログラフィック・ステレオグラムの技術を応用し、プリンターのようにしてホログラムを自動的にプリントする装置の開発も進められています。視点を水平・垂直に動かしても自然な立体像を観察できる方式（これを「フルパララックス」と言います）での3Dプリンターを実現するための技術は、本学で世界に先駆けて開発されたものです。

ホログラフィーの応用は立体像のディスプレイだけではありません。ローソクの炎のような空気の揺らぎや様々な材料のわずかな変形や振動を干涉縞として可視化。ミクロン程度の変化を面として瞬時に計測できるので、植物の成長の測定や、自動車・航空機のボディや部品の非破壊検査の手段として、また楽器や音響機器の振動特性の測定などに活用されています。また、天体分光のための光学素子、メガネに装着した超小型のディスプレイ装置といつた応用も進んでいます。

ホログラフィーをテレビなどに応用するには膨大な情報量を扱わなければならないので、実用化にはもう少し時間がかかりそうですが、今も研究が進められているところです。「フルカラー3Dビデオシステム」では、ホログラムを光学素子として使うユニークな方法で、3次元動画の表示を実現しています。

1.What is Hologram

ホログラムとは？

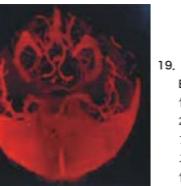
クレジットカードや一万円札、五千円札の片隅に付いているホログラム。印刷物の偽造防止に役立っています。また、自然な立体像を再現する立体像のディスプレイ。そのほか、私たちの目に触れにくい場所でも、光を制御する素子として、また精密な計測を行う手段として、色々な用途に使われています。

ホログラフィーは、1948年、ハンガリー生まれの物理学者デニス・ガボール（Dennis Gabor, 1900-1979）によって発明されました。電子顕微鏡のレンズに固有の球面収差を光の技術で補正して、分解能を高めることを提案したのです。

被写体からの光を写真に記録するとき、写真には光のエネルギー（強度）が記録され、光の波としての性質は失われてしまいます。このため、通常の写真では性能の良いレンズを使って被写体の像をつくり、焦点を合わせて撮影しなければなりません。

これに対してホログラフィーでは、光の「干渉」と「回折」の現象を利用して、波としての性質（波面）を記録します。ホログラムを再生すると、記録したときと同じ状態の波が再現されます。ガボールはこれを「波面再生技術」と呼び、電子顕微鏡の像をホログラムとして記録し、これを光で再生するとき、適当な光学系を用いて像を補正することを考えたわけです。また、レンズを使わないでホログラムを撮影すれば、再生のときにピントを調整したり、像を補正するといったことができるのです。したがって光を波として記録すれば、物体から反射された光をそのまま再生できるので、立体像のディスプレイへの応用にも発展していきます。

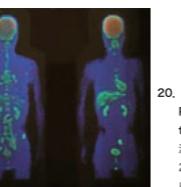
光は電波と同じように波の一種ですが、光の波の振動数は1秒間に数百兆回で、テレビや携帯電話に使われている電波よりも数千万倍も早く、その波を直接に観察したり記録したりすることはできません。それでも私たちは、光の干渉や回折の現象を通じて光の波としての性質を知ることができます。ホログラフィーは、この干渉と回折という物理的な現象を、美しい映像として私たちに見せてくれます。



19. 脳血管 X 線 CT
Brain blood vessel X-rays CT
竹森 民樹
2004年
フルパララックス・ホログラフィック
ステレオグラム（リップマン型）
竹森 民樹 藏



20. パラソル
Parasol
東京工業大学、凸版印刷（株）
2003年
フルカラー・フルパララック・
ホログラフィック ステレオグラム
(リップマン型)
東京工業大学 藏



21. ポジトロン CT
Position computer
tomography
浜松ホトニクス
2004年
白色反射型ホログラム



22. 五色の板
Five-color-plate
東京工業大学、凸版印刷（株）
2003年
フルカラー・フルパララック・
ホログラフィック ステレオグラム
(リップマン型)
東京工業大学 藏



23. ペンローズ年鑑
The Penrose Annual
凸版印刷（株）
1975年
エンボス ホログラム
凸版印刷（株）藏



24. アリスの見つけた青い鳥
Alice's Blue Bird
凸版印刷（株）
1978年
マルチブレックス ホログラム
凸版印刷（株）藏



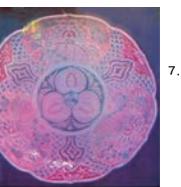
25. フルカラー3Dビデオシステム
Full Color 3D-Video
system
凸版印刷（株）
1996年
グレーディングを用いた
3Dビデオシステム
(ホログラフィック光学素子)
凸版印刷（株）藏



26. ホログラフィック シー スルーブラスター
Holographic Reflector
ニコカミノルタ
テクノロジーセンター（株）、
笠井一郎
1998年
ヘッドマウントディスプレイ
(ホログラフィック光学素子)
凸版印刷（株）藏



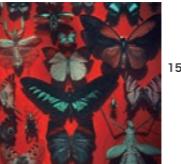
2. 未来都市
Urban Future
ホロメティア（株）
1993年
フルカラー・リップマン
ホログラム
童夢寿 藏



7. 古伊万里
Old Imari Platter
凸版印刷（株）
1998年
フルカラー リップマン
ホログラム
凸版印刷（株）藏



11. マスク
Mask
Hans Bokeloh,
Tung H.Jeong
1994年
フルカラー・リップマン・
デニッシュ ホログラム
辻内 順平 藏



15. バタフライズ
Butterflies
Yves Gentent
2000年
フルカラー・リップマン
ホログラム
吉川 浩 藏



12. ポラロイド・カメラ
Polaroid Camera
ポラロイド社
1985年頃
リップマン ホログラムと
エンボス ホログラム
東京工業大学 藏



16. 渋滞
Traffic Jam
久保田 敏弘
1998年
リップマン ホログラム
久保田 敏弘 藏



13. ツタンカーメン
Tut-Ankh-Amun
大日本印刷 作
1980年頃
リップマン ホログラム（DCG）
大日本印刷 藏



17. ローソクの炎
Flame of Candle
久保田 敏弘
1995年
リップマン ホログラム
久保田 敏弘 藏



18. 獅
Samurai warrior helmet
大日本印刷（株）
1987年
エンボス ホログラム
大日本印刷（株）藏



19. バラ
ROSE
竹森 民樹
2003年
フルカラー・フルパララック・
ホログラフィック ステレオグラム
(リップマン型)
浜松ホトニクス（株）中央研究所 藏



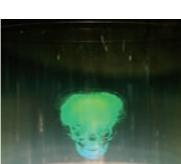
23. すばる望遠鏡用（直視型）
超高分散粒子 VPH グリズム
High dispersion VPH grism
for subaru Telescope
日本女子大学理学部 小畠研究室
2003～2005年
ホログラフィック素子
日本女子大学理学部 小畠研究室 藏



25. ボトルシップ
Bottle Ship
凸版印刷（株）
1987年頃
フルカラー・ホログラフィック
ステレオグラム
(CG レインボウ型)
東京工業大学 藏



26. 即時ホログラフィック
3Dプリント技術サンプル
Samples of Instant
Holographic Stereogram
Printing Technology
ソニー（株）
2003年
ホログラフィック ステレオグラム
(リップマン型)
ソニー（株）藏



27. ベイビー・スカル
Baby's skull
東京工業大学
1987年
マルチブレックス ホログラム
東京工業大学 藏



28. ホロマウス
Holomouse
東京工業大学、凸版印刷（株）
2003年
フルカラー・フルパララック・
ホログラフィック ステレオグラム
(リップマン型)
東京工業大学 藏



29. ハンガリーの王冠
Hungarian Crown
東京工業大学
1987年
マルチブレックス ホログラム
東京工業大学 藏



30. カメラ
Camera
Yuri N. Denisyuk
1976年
リップマン・デニッシュ
ホログラム
東京工業大学 藏



31. エンジン
Engine
Rind Head II
Stephen A.Benton
1977年
リップマン ホログラム
レインボウ ホログラム
石井 势津子 藏



32. エンジン
Engine
ホロメティア（株）
1986年
リップマン ホログラム（DCG）
童夢寿 藏

3. Applied Hologram

ホログラムの応用

ホログラムには色々な応用がありますが、最も興味深くその特性を生かしているのが3次元像ディスプレイです。そのほとんどは、白色光で像を見るようにするために、レーザー光やLED光などの手法を用いています。エポック開拓の実用化によって、レーザー光やLED光への応用が可能になり、商品のパッケージや書籍などにホログラムが使われるようになりました。現在では、高分子感光材料などを使って、印刷の世界でもホログラムの大量複製も可能になっています。セキュリティ印刷はホログラムの偽造が難しいことを利用したもので、紙幣や駆け出しカードなどに使われています。また、音楽・ビデオ・ワードやソリューションでも、著作権保護のためにホログラムが貼り付けられています。最近では、さらに偽造を難しくするために、ゴルフ球で複数のパターンを合成し、光の当たる方向や見る方向を変えると違った像が見えるようにする方法も増えています。光の進み方を制御する素子としても様々な機器に利用されています。商品のバーコードを読み取る「POS端末」。虹のように光を波長ごとに分ける性質を利用したのと、回折格子やレーベンハウスの中で白色の光を赤、緑、青の光に分割合成して色を作り出す「ホログラフィックプリント」。光を効率的に散乱させるように設計することによって、携帯電話の画面の裏側に使われている「ホログラフィック反射板」、プロジェクターで透明なショウガなどに映像を映し出す「ホログラフィックスクリーン」などにも応用されています。最近のCDやDVDプレーヤーでは、色々なデータを読みなければならぬので、複数の違う波長のレーザーが使われます。レーザーの特性は光の波長によって変わるため、その補正のためにホログラムを応用した「液晶式HDD素子」が使われています。ホログラムは大容量のデータとしての応用も期待されています。「ホログラム漢字印」は、コンピューター容量が少ない時代に、アルファベットの漢字用のROMとして実用的に使われたものです。現在では、DVDの先の技術として映画や高精細映像の記録装置として有力視されています。光の干渉や回折の現象を美しい映像の形で見せてくれるホログラムは、理科教育の教科書の素材ともいえます。簡単にホログラムの撮影を体験できるホログラムは、実際に中学、高校の理科教育の現場でも使われているものです。



44. 紙幣
日本円、シンガポールドル、オーストラリアドル、ユーロ、英ポンド、韓国ウォン
Bills
Japan, Singapore, Australia, Euro, Republic of Korea
エンボス ホログラム



48. ミロのヴィーナス
Venus de Miro
フジノン(株)
1981年
マルチフレックス ホログラム
フジノン(株) 藏



45. ホログラフィー・カメラ
Holography Camera
HOLOART ES45-I-A
(有)石川工学造形研究所
2001年～
ホログラム撮影装置
石川 浩 藏



49. ガラスビジョン
Glass Vision
(株)デンソー、DuPont.
大日本印刷(株)
1998年
ホログラフィックスクリーン
(ホログラフィック光学素子)
大日本印刷(株) 藏



46. ホログラム漢字メモリー
Hologram Kanji memory
東レ(株)
1974年
フェリエ変換型 ホログラム
(ホログラムメモリー)
藤井 審 藏



50. リアプロジェクションテレビ
Rear projection TV
大日本印刷(株)、DuPont.
日本ビクター(株)
2000年
ホログラフィックカラーフィルター
(ホログラフィック光学素子)
大日本印刷(株) 藏



34. グレーティング・イメージ
の歴史
History of Grating Image
凸版印刷(株)
1980～1990年
エンボス ホログラム
凸版印刷(株) 藏



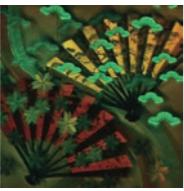
39. ピックリマンチョコ
Bikkuriman Chokolate
大日本印刷(株)
2000年
エンボス ホログラム /
フルカラー・リップマン
ホログラム
大日本印刷(株) 藏



47. ホログラムを用いたPOSスキャナー
Holographic POS scanner
(株)富士通研究所
1983～2000年
POS スキャナー、ホログラムディスク、
ホログラムウインドウ
(ホログラフィック光学素子)
(株)富士通 藏



35. グレーティング・イメージ
Grating Image
凸版印刷(株)
1990～2000年
エンボス ホログラム
凸版印刷(株) 藏



40. 扇(金・銀)
Fan
大日本印刷(株)
1996年
フルカラー・リップマン
ホログラム
大日本印刷(株) 藏



36. ホログラム反射板
Holographic Reflector
凸版印刷(株)
2001年
ホログラフィック光学素子
(液晶反射板、フォトポリマー)
凸版印刷(株) 藏



41. ロボット昆虫
Robot Insect
大日本印刷(株)
2000年
フルカラー・リップマン
ホログラム
大日本印刷(株) 藏



37. CGステレオグラム「牛・城」
CG Holographic stereogram
凸版印刷(株)
1995年
エンボス ホログラム
(CG ホログラフィック
ステレオグラム)
凸版印刷(株) 藏



42. 化石にまつわる光
Light Fossil
凸版印刷(株)
1978年
リップマン ホログラム
凸版印刷(株) 藏



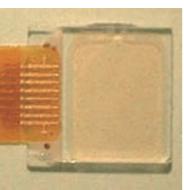
75. 医療診断用立体視システム
3D Display System for
Medical Diagnosis
1992年



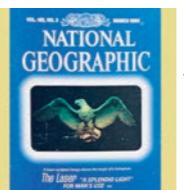
77. カメオ
Cameo
Vladimir B.Markov
1989年
テニシク ホログラム
童夢寿 藏



38. 液晶キノフォーム素子
Shunkan
大日本印刷(株)
1982年
エンボス ホログラム
大日本印刷(株) 藏



43. 液晶キノフォーム素子
Liquid Crystal Optics
シチズン時計(株)
MHT 開発本部
1990年
回折光学素子
シチズン時計(株) 藏



76. NATIONAL
GEOGRAPHIC
マガジン
National Geographic
Magazine
Kenneth Haines
1984年
エンボス ホログラム
シチズン時計(株) 藏



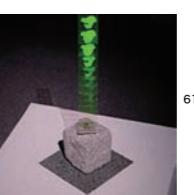
78. 白川英樹博士のノーベル賞メダル
The Medal of Shirakawa's
Nobel prize
岩田謙介、凸版印刷(株)
2000年
リップマン ホログラム
久保田 敏弘 藏

4. Art Hologram

アートホログラム

1963年に大きなセンセーションを持って迎えられたホログラムの話題は多くのアーティストに刺激を与えるました。当時の技術をいち早く自らの作品に取り入れた作家たち一人にマーガレット・ベニヨン(Margaret Benyon, UK 1940年-)がいます。彼女は1969年にはホログラフィーを用いた作品の個展を開いています。アート・ホログラム界の先駆者的存在です。以来数々の作品を発表してきており、本展にも「Voiles」(1986年)という作品を展示しています。彼女のコスメティックシリーズという一連の作品群のひとつで、古代の洞窟画にもあるように、儀式のときに体に色を塗る風習がありますが、それをヒントにしてパレスレーザーで撮った人物のホログラムに色を塗っています。このように、作家自らが持っているコンセプトや表現手法とホログラムの持つ可能性と共に相互啓発されて新しいホログラムのアート作品が多く発表できています。

アート・ホログラムはすでにご存じいただいたように大まかに分類して、フレネル・ホログラム、レインボウ・ホログラムとリップマン・ホログラムの3種類があります。実際にオブジェにレーザー光線を照射して3次元情報を記録していますが、角度をずらしながらカメラで撮った写真を合成して作るホログラフィック・ステレオグラムや、最近ではコンピューターで合成して作るいろいろなタイプのホログラムがあります。それぞれ像の現れ方が違います。その違いを利用して様々な形を作っています。ある意味でホログラムはアーティストにとっては自由な、物理的な制約を受けないような立体物を作ることが出来る、魅力的なメディアです。色も限界が無いくらいに沢山の色を得ることができます。ホログラフィーの技術を習得し、工夫を凝らしてコンセプトにあった作品を作り上げることは、絵の具や、粘土、金属あるいはプラスチックなどを使って作る造形と同じように複雑で楽しい作業になります。



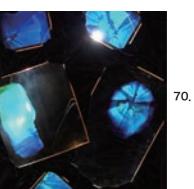
61. Stone Work 2
岸本 康
1994年
リップマン ホログラム
ノインスレーョン
岸本 康 藏



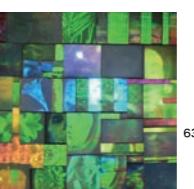
69. Song of Darkness
羽田野 和夫 作
1986年
リップマン
ホログラム(DCG)
羽田野 和夫 藏



62. Stone Work 9
岸本 康
2006年
リップマン ホログラム
ノインスレーョン
岸本 康 藏



70. バビロン・ブルー
Papillon Bleu
石井 势津子
1985年
リップマン ホログラム
石井 势津子 藏



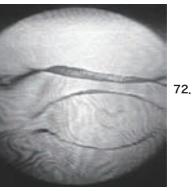
63. Regend of Hour
Nancy Goglione
リップマン ホログラム
童夢寿 藏



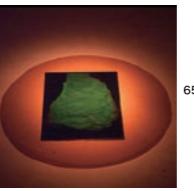
71. ひかりのえのぐ
Photon Drawing series
石井 势津子
1997年
レインボウ ホログラム
石井 势津子 藏



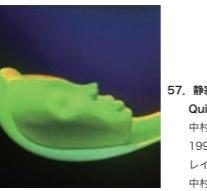
64.セルフポートレート
Self-portrait
塩崎 由美子作
1997／2001年
ホログラフィックステレオグラム
塩崎 由美子 藏



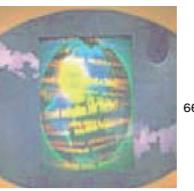
72. 網の目
Apple In The Eye
三田村 球石
1982～2000年
レインボウ ホログラム
三田村 球石 藏



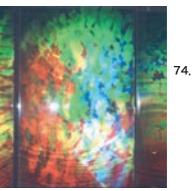
51. 地球と月
EARTH AND MOON
Holographic
NorthInc. John Perry
2006年
レインボウ ホログラム
富士写真フィルム(株) 藏



56. 91F
Rudie Berkhouit
1979年
レインボウ ホログラム
富士写真フィルム(株) 藏



65. 記憶
Memory
塩崎 由美子
1997年
リップマン ホログラム
塩崎 由美子 藏



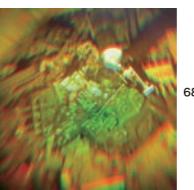
73. 時の表象
Time Reresentation
鎌田 康光
1994年
レインボウ ホログラム
鎌田 康光 藏



66. HOT SPOT
HOT SPOT
酒井 朋子
1991年
リップマン ホログラム
酒井 朋子 藏



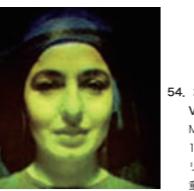
74. アクエラスのつぶやき
Murmur of Aqueus
石井 势津子
1995年
マルチカラー・レインボウ
ホログラム
東京工業大学 藏



67. METAL VENUS
Metal Venus
山口 忠彦
1997年
リップマン ホログラム
山口 忠彦 藏



68. Forcal point
Forcal point
羽田野 和夫
1986年
リップマン ホログラム
(DCG)
羽田野 和夫 藏



53. Lucie
Patric Boyd
1978年
リップマン ホログラム
童夢寿 藏



58. メモリーII
Memory II
中村 郁夫
1998年
カラー・ホログラフィック
ステレオグラム(CG)
中村 郁夫 藏



60. アグネスラム
Sound of Sea
Peter Nicholson
1978年
透過型イメージ ホログラム
吉川 浩 藏



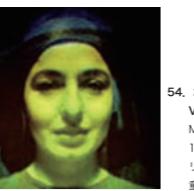
55. Alas, Poor Yorick/1995
John Kaufman
1995年
リップマン ホログラム
久保田 敏弘 藏



59. Salon
黒柳 鶴子
レインボウ ホログラム
黒柳 鶴子 藏



61. アガネラム
Sound of Sea
Peter Nicholson
1978年
透過型イメージ ホログラム
吉川 浩 藏



56. ボカルズ
Volles
Margaret Benyon
1986年
リップマン ホログラム
童夢寿 藏



62. カメオ
Cameo
Vladimir B.Markov
1989年
リップマン ホログラム
童夢寿 藏



63. ナショナル・ジオグラフィック・マガジン
National Geographic Magazine
Kenneth Haines
1984年
エンボス ホログラム
シチズン時計(株) 藏



64. ナショナル・ジオグラフィック・マガジン
National Geographic Magazine
Kenneth Haines
1984年
エンボス ホログラム
シチズン時計(株) 藏



65. ナショ