

投稿

ひかり 2015 年国際光 年の概要

貴村 仁、福江 純 (大阪教育大学)

1. はじめに

国際連合／UNESCO (国際連合教育科学文化機構) は、2015 年を**国際光 (ひかり) 年 (International Year of Light)** と定めた。国際光年とは、光に基づく技術が、持続可能な発展とエネルギーや教育、農業、健康などの課題にどのようにアプローチをかけられるのかを考えることや、日常生活の中でどのように光が扱われているのかを広く周知していこうという国際年である。この記事を通してより多くの人が国際光年に興味を持ち、国際光年にあたって何ができるのかを考えるきっかけになるよう、国際光年の概要と、公式サイト日本語訳を掲載する。

以下、2 節で国際光年の目的を紹介し、3 節で何故 2015 年なのかという理由を説明し、4 節で公式サイト抄訳を行う。

2. 国際光年の目的

国際光年の目的としては以下の 8 点が掲げられている。

- (1) 光や光に基づく技術が国際社会の未来の発展の中心になることや、日常生活にどう関わっているのかということへの一般の人の理解を高めること。
- (2) 「若者を対象とした科学活動」、「性差の問題への取り組み」、「発展途上国と新興経済国に注目」することを通しての全世界での教育の能力を構築すること。
- (3) 学会、教育機関、産業の協力した活動を行うために、国際光年が情報源として中心的な振る舞いを行い、国際協力を強化すること。
- (4) 科学における光の重要性を示す 20 世紀と 21 世紀の特徴的な発見に注目すること。
- (5) 光の基礎的な科学と応用研究の重要性を

強調し、これらの分野の科学の専門職の促進を行うこと。

(6) 持続可能な発展な照明技術の重要性を促し、発展途上世界での生命の質の向上すること。

(7) 光と芸術と文化の密接なつながりを強調、説明し、文化遺産を保護する光技術の役割の向上すること。

(8) 国際光年の後の未来にもこれらの目的や成果を維持すること。

これらの目的を達成するために、「光」と「健康」・「情報」・「経済」・「環境」・「社会」の 5 つのテーマに関わる広範なコミュニケーション活動と呼び掛けている (図 1 は国際光年ロゴマーク)。



図 1 国際光年ロゴマーク

国際光年のロゴマークに使われている 9 色は光に含まれる全てのスペクトルを表している。これらの 9 色を組み合わせ写真のコントラストなどを編集することができる (図 2, 図 3)。



図 2 色の組み合わせ



図3 写真の例(図1~3は International Year of Light 2015 Logo Use & Identity Application Guidelines[4]より引用)

3. 国際光年を2015年に設定した理由

2015 年は 5 つの出来事の記念年にあたっている。

1015 年 イブン・アル・ハイサムが「光学の書」(1021 年出版)を著し、太陽が地球を照射する範囲、光の屈折の説明を行った。

1815 年 フレネルにより「波動説」が提唱された。

1865 年 マクスウェルにより「光伝播についての電磁理論」が提唱された。

1915 年 アインシュタインが「一般相対論」を通した「場の方程式」をほぼ完成した。

1965 年 ペンジアスとウィルソンの「宇宙マイクロ波背景放射」の発見、カオによる「光ファイバーに関する理論」が提案された。

以上のように、近年では 50 年ごとに光に関する発見があり 1965 年から 50 年目の 2015 年を国際光年とすることが決まった(図4に年表を示す)。

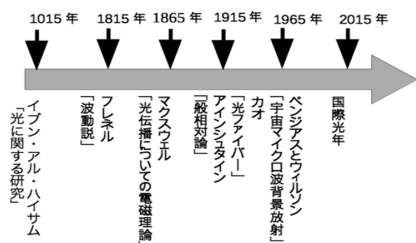


図4 光に関する出来事の年表

3.1 イブン・アル・ハイサム

イブン・アル・ハイサム (Ibn Al Haythem) は、1015 年から「光学の書」を著した。また彼は、光の屈折やピンホールカメラ(図5)の実験を行った他、目の正確な構造(図6)を記した。特に目の構造に関しては、それまで考えられていた、スキャナーのような構造から、太陽などの光が対象に反射され目の中に像を結ぶという正しい考えを提唱した。

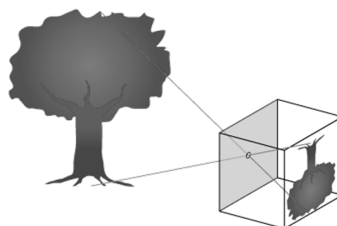


図5 ピンホール (Wikipedia[5]より引用)

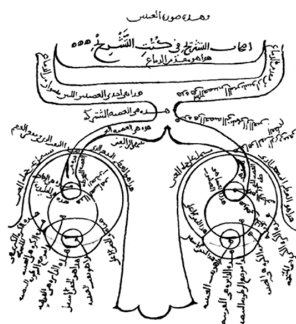


図6 目の構造 (Muslim Heritage[6]より引用)

3.2 フレネル

フレネル (Fresnel) は、1815 年にホイヘンス・フレネル原理を提唱し、回折現象に対する計算を行った。1817 年には波動説から光の直進性を説明し回折現象の数学的な一般理論を展開した。光の性質として挙げられるのは屈折、複屈折、回折、干渉等である。これらの現象の中で屈折、回折、干渉は光を縦波として考えても説明がつくのだが、複屈折は光を縦波として考えると説明がつかなかった。その後の複屈折の研究から偏光の発見へと至

り、光が横波であることを提唱することとなった。

3.3 マクスウェル

マクスウェル (Maxwell) は、1865 年、電磁気に関するさまざまな法則を、以下のようなマクスウェル方程式に集約して、電気と磁気に関する現象を説明した。

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$$

電場の源は電荷
 $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$ (誘電率 $\times$ 電場)

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

ρ : 電荷密度
 磁場の源はない
 モノポールはあり得ない
 $\mathbf{B}$: 磁束密度

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0$$

磁場の時間変化が電場を生じることを表す

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

電場、電流の変化が磁場を生じることを表す

3.4 アインシュタイン

アインシュタイン (Einstein) は 1915 年に特殊相対論に「重力」を考慮して、一般相対論をほぼ完成させた (完全に完成させたのは 1916 年)。一般相対論では、重力が時空の歪みとして考えられている。

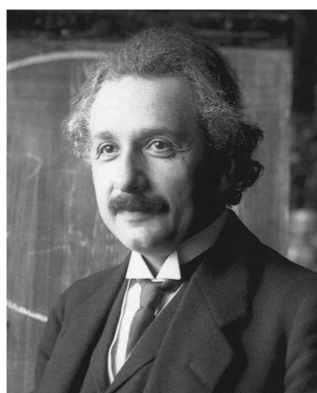


図 7 アインシュタイン (Wikipedia[8]より引用)

3.5 ペンジアスとウィルソン

1940 年代にジョージ・ガモフによって予言された、宇宙マイクロ波背景放射が、1965 年、ペンジアス (Penzias) とウィルソン (Wilson) によって偶然観測された。宇宙マイクロ波背景放射とはビッグバン直後の、当時の高温だった宇宙に満ちていた光 (約 4000K の黒体放射) が、現在の膨張した宇宙では引き伸ばされた「あらゆる方向から来る電磁波」(約 3K の黒体放射) となったものである。この宇宙マイクロ波背景放射が観測されたことでビッグバン宇宙論が広く受け入れられるようになった。

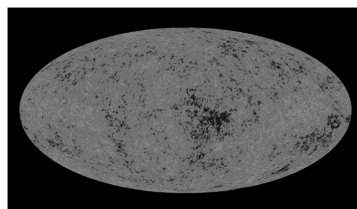


図 8 温度のゆらぎ (Wikipedia[9]より引用)

4. International year of lightの公式サイト訳

国際光年の公式サイトには、いくつもの項目が掲載されているが、今回は、(天文に関係あるなしにかかわらず) 一通りの項目について、トップページを訳出する。

4.1 国際光年について About the Year of Light

2013 年 12 月 20 日に開催された国連総会第 68 回セッションで、2015 年を光及び光に基づく技術の国際年とすることを宣言した。この国際年はユネスコに關係する学術団体の大きな連合の新たな取り組みとなるだろう。また、科学協会や科学連盟、教育機関、技術基盤、非営利団体、民間部門に関わる多くの人たちが一丸となって行われる取り組みとなるだろう。

光の科学と光の応用に焦点を当てた国際年の宣言の中で、国連はどうすれば光に関する技術が持続可能な発展をし続けられるのかということや、エネルギーや教育、農業、健康といった国際的な課題を解決する方法についての関心を高めることの重要性について言及している。光はわれわれの生活に置いて不可欠なものであり、21世紀の欠かせない科学の先端分野である。光は医療に革命をもたらし、インターネットを通じた国際的なコミュニケーションを開発し、国際社会の文化や経済、政治的側面を結びつける中心であり続けている。国際光年は、国際的な政府の人間も政府に関係ない人間も光の技術の持っている問題解決の力を知る素晴らしい機会である。われわれは今、光の国際的な認知度を向上する絶好の機会を得た。

4.2 なぜ光が問題なのか Why Light Matters

(1) フォトニクスとは何か？

フォトニクス (photonics) とは、光子という光の粒子を生み出し、制御し、検知する科学技術のことである。フォトニクスはスマートフォンに始まり、ノートパソコン、インターネット、医療機器、照明技術にいたるまでの日常生活の中の技術を支えている。20世紀がエレクトロニクスに頼っていたのと同じく、21世紀はフォトニクスに頼るだろう。



図9 フォトニクスの例 (Wikipedia[10]、[11]より引用)

このページにはフォトニクスとフォトニクスが世界に与えた衝撃について学べるリンクを用意した。

(2) エネルギー

太陽から地球に到達するエネルギーは熱や電気に変換することができる。そして、世界中の政府や科学者は手頃でクリーンな太陽エネルギー技術の向上に勤めている。太陽エネルギーは事実上尽きることのない資源で、それは持続性を強め、汚染を減らし、気候変動を軽減するコストを引き下げる。このページには太陽エネルギーを基礎とした様々な技術とわれわれの世界や惑星に与える恩恵について学ぶためのリンクやリソースを用意した。

(3) 経済的影響

フォトニクスや光に基づく技術の分野のビジネスは社会的課題の解決に勤めており、その課題とはエネルギー生成やエネルギー効率、人の健康的な歳の取り方、気候変動、防犯といったものである。光の技術は世界経済に現在の政府市場において、3000億ユーロという大きな影響を与えており、2020年で6000億の以上の価値の市場になるだろう。フォトニクス産業の成長は2005年から2011年の間に世界GDPの成長の2倍以上になった。このページにはフォトニクスが国際的な経済成長を引き起こすための重要な役割について学べるリンクとリソースを用意した。

(4) 環境を作る光

国際エネルギー機関によると照明は国際的な電力消費量の約20%を占めるとされている。世界中の先進国や進行経済国の両方の社会の将来的な発展は街や家、学校、憩いの場を効果的に照らす能力に密接に関係する。このページには世界の将来を導く革新的な照明法について学べるリンクやリソースを用意し

た。

(5) 世界をつなぐこと

ソーシャルメディア、低コスト電話、家族や友達とのビデオ会議、これらはインターネットが開発される以前は不可能だった方法で、世界中の人とつながれるように感じられる方法の3つの例である。そして、この技術のすべてが光によって可能となった。このページでは現代のコミュニケーションの基盤や、毎日使うインターネットを作った超短光データパルスが、どのようにしてわれわれの髪の毛の太さほどの小さな光ファイバーを伝わるのか理解する為のリンクやリソースを用意した。

4.3 光について学ぶ Learn About Light

(1) レーザー

食料品店のレジで商品をスキャンすることからお気に入りのCDを再生するということまで、日常の活動にはレーザー(laser)による非常に正確な光が必要である。このページではレーザー光と通常の光がどう違うのか、レーザーの科学がたどってきた年表の見方、レーザー光を可能にした科学者の貢献したノーベル賞についての学び方についてのリンクやリソースを用意した。

(2) 世界の光源

光は、シンクロトロン光(synchrotrons)や自由電子レーザー(free electron lasers ; FELs)として知られるもので、大きな科学研究施設の重要な要素である。これらの大きな設備の中心の一つとして、信じられないくらい明るい光を発生させるために使われる粒子加速器がある。この光は、われわれのまわりの原子や分子の詳細を明らかにできるほどの強度があり、考得うる限りの科学分野の基礎研究や応用研究のために、世界中の研究者によって使われている。一部の例ではあるが、

現在、世界中の物理学や工学、薬理学の応用に貢献している60台以上のシンクロトロン光やFELsがある。これらの素晴らしい設備の注目すべき性質を調べられる、情報やリソース、リンクのページを閲覧できる。

(3) 自然の中の光

夕暮れや虹、海の青や緑から目立つ動植物の色のまで、光と色に関する我々の初めての経験は、自然界の中で見たものを通してのものであった。このページでは自然界の光と色の素晴らしい領域の画像を見ることができ、またその科学的背景を理解するためのリソースやリンクを用意した。

(4) 芸術と文化

世界の全ての文化の絵や壁画は、芸術家がどのように明暗と色を使い、気持ちを描き、空気を使ったのかを表す。現代の技術の可能性によって、芸術家はエンターテインメントやパフォーマンスのなかで光の新たな使い方をを見つけ、大規模な照明装置は建築の美しさを劇的に強調することができる。このページでは芸術や文化に光が与えた影響の多くの方法を知ることができるリソースを用意した。そしてまたこのページでは光の科学的な利用が過去の研究に対する新たな考えをどのようにもたらしているかを述べている。

(5) 生命の中の光

光合成(photosynthesis)を通して、光は全ての生命の原点である。光通信技術は医者や外科医に新たな道具を与え、視力検定や視力科学の新たな発展は生活の質を向上し、光に基づく技術は、われわれの知らない方法で医学診断法において毎日使われている。このページでは光科学や光技術がどのように一般的に薬や視力、生命科学に影響を与えたかを理解するためのリソースへのリンクを用意し

た。

4.4 実践的な関わり Hands on Involvement

(1) 光のお話

地域のイベントを企画することは、国際的な科学コミュニティがわれわれの世界に、光や光に基づく技術の重要性についての IYL2015 のメッセージを広めることのできる一つの方法である。

IYL2015 に関連した面白い話題の有益なビデオの収集といった、光のお話の形のリソースを見つけよう。

(2) 子どもと光学

光学と物理学のコミュニティは、小中学校の児童生徒向けの多くのすばらしいリソースを作った。このページでは教材やあらゆる年齢の子どもに向けた実践的なリソースを調べられるリンクを用意した。

(3) 光の画像

光はあらゆる写真画像の作成に関わり、芸術的な表現を引き出す。われわれは画像のギャラリーと科学、美しさの強調された場面、芸術の中の光の使用の説明をまとめた。芸術的なレンズを通して、画像の閲覧を楽しみ、IYL や世界についてより学ぼう。

(4) 科学と光学のキット

何よりもまず、科学は実験に基づいている。そして、光学とフォトンクスは実験をすることが単純で魅力的な 2 つの分野であり、科学の多くの分野においてすばらしい導入となる。このページでは取っ付きやすさと教育的な価値に焦点を当て選んだキットのリンクを用意した。

(5) スマートフォン科学

われわれの多くが毎日使っているスマート

フォンは、最新のイメージングとコミュニケーションを内蔵して作られた最先端のフォトンクスデバイスの一つである。下のリンクはスマートフォンが大気汚染や光害から、バクテリアを計る顕微鏡として対応するといったアプリのなかで計器として科学者にどのように使われているのかを示す。単純なアプリやアドオンを通して科学的な測定を行うために、あなた自身のスマートフォンがそのように使えるのかを見つけよう。

4.5 宇宙の光 Cosmic Light

(1) アインシュタインの世紀

1915 年、アインシュタインによって発展された一般相対性理論によって、空間と時間の構造の中心で光がどのように振る舞うかが示された。今後、宇宙に関して影響力の大きな理論に焦点を当てた多くのイベントが世界中で開催されるだろう。このページには読者を没頭させるリンクを用意しており、またアインシュタインや彼の物理学や天文への貢献を学ぶための助けを用意している。

(2) 暗い空の認知

世界で一番大きな町ではもはや、夜空の美しさを評価することはできない。効率の悪い公的な照明はエネルギーの浪費や”光害”を招き、宇宙を隠してしまう。このページでは地域環境における光がどのような悪影響を与えるのかということや、あなたが環境改善のためにどのように貢献できるかの情報を与えるためのリンクやリソースを用意している。そしてどこに行けばくらい空を見られるのかも紹介する。

(3) 宇宙の画像

近くの惑星から遠くの銀河まで、宇宙は注視すべき不思議なものである。そして、われわれはとても多くの望遠鏡や衛星によって撮

影された、とても美しい画像を見ることができるといふ幸運な時代である 21 世紀にいる。このページには本当に興奮させる多くのサンプルやリンクを用意した。

(4) ビッグバン

1965 年、ベル研究所のアーノ・ペンジウスとボブ・ウィルソンが、宇宙の始まりの電磁的な残響である宇宙マイクロ波背景放射を発見した。ビッグバンは一般的な教養になってきたが、ほとんどの人はビッグバンが宇宙論的に何を意味しているのかは知らない。このページでは 1965 年の計測の背景にある歴史を説明し、全ての意味が分かるリンクとリソースを提供する。

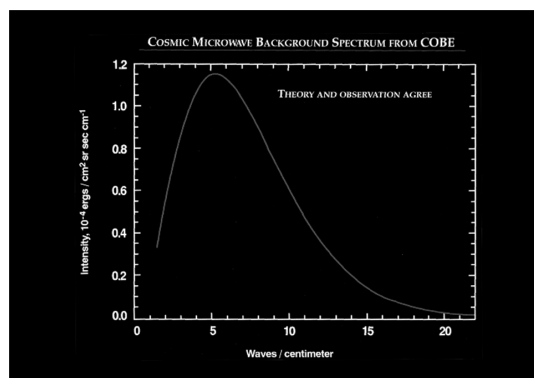


図 10 宇宙マイクロ波背景放射 (Wikipedia [9]より引用)

(5) ガリレオスコープ

優れた天文学者や理科教育者のチームは、ガリレオスコープという高性能で安価な望遠鏡キットを発展させた。どこに住んでいても、この簡単な組み立てキットを使えば、ガリレオ・ガリレイが 400 年以上前にはじめて見た、月のクレーターや山、木星の 4 つの衛星、金星の満ち欠け、土星の輪、肉眼では見えない数えきれない星といった天体の不思議な部分を見ることができる。このページではどうす

ればガリレオスコープ入手できるのかを紹介する。



図 11 ガリレオスコープ (Galileoscope Astronomy 2009[14]より引用)

4.6 発展途上国に対する光 Light for Development

(1) 日没後の勉強

世界中の 15 億以上の人にとって、夜というのは真っ暗な闇、もしくは危険な石油ランプやろうそくによって照らされた薄暗い状態のことを意味する。そのような質の低い照明は劇的な衝撃と、健康と教育の機会を持っている。

そして、国際光年の重要な目的は、しっかりした光の資源のない地域で太陽光高輝度 LED ランタンの使用を促進することである。このページにはこの問題について説明していたり、その問題にどのように対処すればいいのかを説明していたり、そしてどうすれば参加できるかを示すリソースを準備している。

(2) 能動学習

ALOP (光学とフォトニクスの能動学習) は、教師により詳しく科学を教えるための授業で光学やフォトニクスの実践本を使うという簡単な考えに基づくもので、教師の知識を生徒に共有するのと同様に、他の教師と共有することも促すものである。能動学習の活動は可能な場合はいつでも、地方での単純で安価な資源を含んでいる。光学は理想的な主題である。というのも光学は科学と技術の多くの広い教育の話題の基礎を提供するからであ

る。光学は多くの発展途上国の研究や教育に適応できる。このページでは世界中の光学やフォトニクスの能動学習プログラムのリンクを準備した。

(3) UNESCOの活動

UNESCO の国際基礎科学プログラムとは、基礎科学と科学教育の国民の能力強化のために、ユネスコ加盟国によって設立された国際的な多くの専門分野のプログラムである。このページでは多くのユネスコの活動について学べ、世界中での新たな交友関係や活動を促すことについて学べる。

(4) 発展途上国に対する天文学

2009 年の世界天文年によって残されたすばらしい遺産の一つは、世界をより良くするために天文学を使うという課題をもった発展途上国のための天文学の office の設立である。その office は、南アフリカ国際研究財団と協力して、国際天文学連合 IAU によって設立された。このページでは大学と研究、子どもと学校、そして公共アウトリーチに焦点を当てる。

(5) アフリカの光学とフォトニクス

アフリカでの高等教育の補助はユネスコの優先事項である。そして国際光年には、2015 年の遺産としてアフリカの光学やフォトニクス社会に適した高等教育を作るという特別な目的がある。このページを通してこの面白いプロジェクトに従事することができたり、アフリカのフォトニクス産業が社会に与える影響を調べられるようになる。それはアフリカ中の十分な人間の能力開発と政府の援助による持続可能な研究を思い浮かべる構想にも触れる。

4.7 科学物語 Science Stories

(1) 科学に置ける女性の立ち位置

女性は大昔から科学へ貢献してきた。しかし、女性の行く手には障壁や障害が多くあった。数世紀をまたいで多くの進展があったにもかかわらず、多くの女性が最も高いレベルでの科学の経歴を追い求めることを阻止された。人の才能のこのような潜在的な浪費を背景とした理由に対して、もっと取り組まなければならない。そして、このページでは科学に置ける女性の立場を後押しする国際的なプログラムや、2015 年に開催される特別な活動のリンクを用意した。

(2) アラビアの光学の1000年

2015 年は、偉大なアラビアの科学者であるイブン・アル・ハイサムが、『光学の書』という注目すべき 7 巻からなる論文を記してから 1000 年の記念となる年である。イブン・アル・ハイサムの実験物理と理論物理に与えた影響は本当に目を見張るものであり、彼は現代の光学、眼科学、実験物理学、科学方法論の父と考えられている。このページにはイスラムの黄金期における彼の貢献や多くの他の科学的貢献について学ぶためのリソースやリンクを用意した。

(3) ブLOGGER 科学者の世界

科学者や技術者が行ったことは一般の人により良く理解されない場合がある。しかし、全ての人が学習できるように 1 年を通じてブログを走らせている。世界中のボランティアブロガーである高校生から教授、芸術家その他の人々によって広義的に光に関連した日々の体験が伝えられる。

(4) 光の歴史の概略

恒星や惑星の動きを理解しようとする試みから、光合成に置ける光の重要性の応用まで、

自然や光の特徴を理解しようとする努力は科学のほとんど全ての分野に革命をもたらした。このページにはわれわれが光を理解した概要と経歴を用意している。そして、オープニングセレモニーでのこの話題のプレゼンテーションのリンクを用意した。

(5) 光の発見の歴史

光の研究の歴史には実質的に科学の全ての重要人物が関わっていた。そして彼らの話は異なった多くの方法で科学の人間の側面を明らかにした。このページではわれわれが光とは何で、どのように使われているのかを理解するために大きな貢献をしたよく知られた（そしてそうでない）科学者の経歴の概略のリソースやリンクを用意した。

なお、読者の便のため、公式サイトの下部ページの訳出も用意していたが、掲載がずいぶんとずれ込んでしまい、読者への有用性が失われたので、下部ページの訳出は取りやめることにした。

文 献

- [1] International Year of Light 公式サイト
<http://www.light2015.org/Home.html>
- [2] PROSPECTUS An International Year of Light (pdf ファイル)
http://spie.org/Documents/AboutSPIE/Prospectus_2013.pdf
- [3] International Year of Light and Light-based Technologies (pdf ファイル)
<http://www.cnri.ro/2015%202.pdf>
- [4] International Year of Light 2015 Logo Use & Identity Application Guidelines (pdf ファイル)
[- \[rOfLight_VisualBrandGuidelines.pdf\]\(#\)
 - \[5\] Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/ピンホールカメラ>
 - \[6\] Muslim Heritage
<http://www.muslimheritage.com/article/book-review-ibn-al-haytham-and-new-optics>
 - \[7\] 科学史 \(科学の探求の歴史\)
<http://www.nararika.com/butsuri/kagakushi/nami/hikari.htm>
 - \[8\] Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/アルベルト・アインシュタイン>
 - \[9\] Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/宇宙マイクロ波背景放射>
 - \[10\] Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/IPhone>
 - \[11\] Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/監視カメラ>
 - \[12\] Galileoscope
<http://galileoscope.org>
 - \[13\] Galileoscopy Kit-ScientificsOnline.com-Edmund Scientific
<http://www.scientificsonline.com/product/galileoscope-kit>
 - \[14\] Galileoscope Astronomy 2009
<http://www.astronomy2009.org/globalprojects/cornerstones/galileoscope/>](http://spie.org/Documents/AboutSPIE/Yea

</div>
<div data-bbox=)

貴村 仁

j149331@ex.osaka-kyoiku.ac.jp

福江 純

fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp