

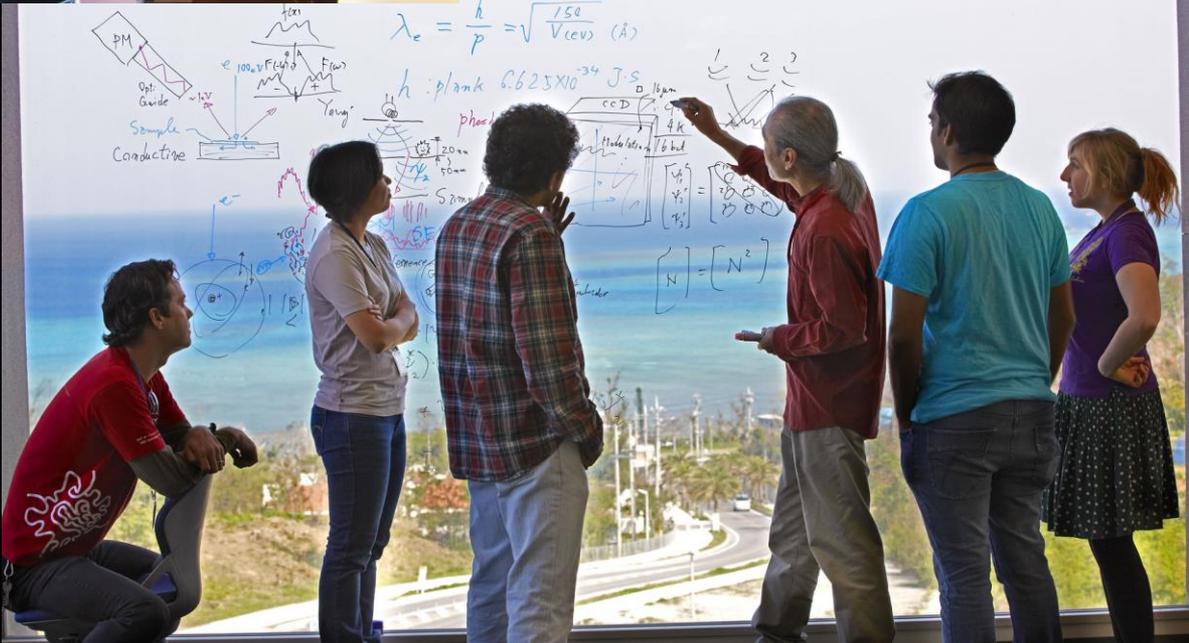
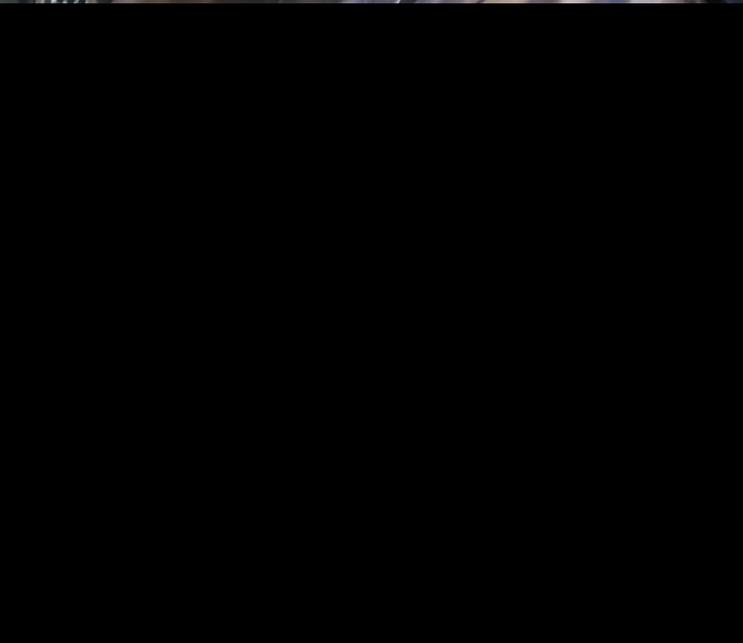
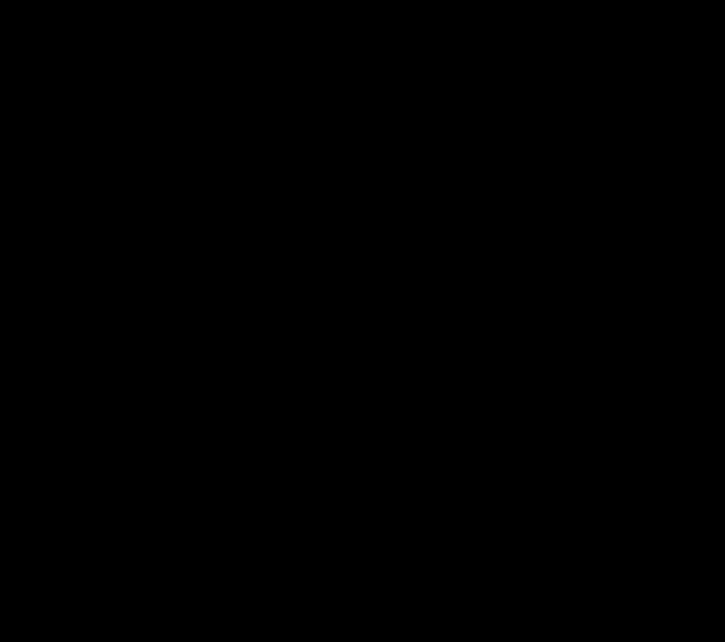
インターネットの歴史とこれから



沖縄科学技術大学院大学

森田洋平





What is OIST? 沖縄科学技術大学院大学

1. OIST's Objectives / 大学院大学の目的

(OIST School Corporation Act)
(沖縄科学技術大学院大学学園法に規定)

By conducting internationally distinguished education and research
in science and technology in Okinawa
沖縄において国際的に卓越した科学技術に関する教育研究を行うことにより

Contribute to the promotion and self-
sustaining development of Okinawa
沖縄の振興及び自立的発展に寄与

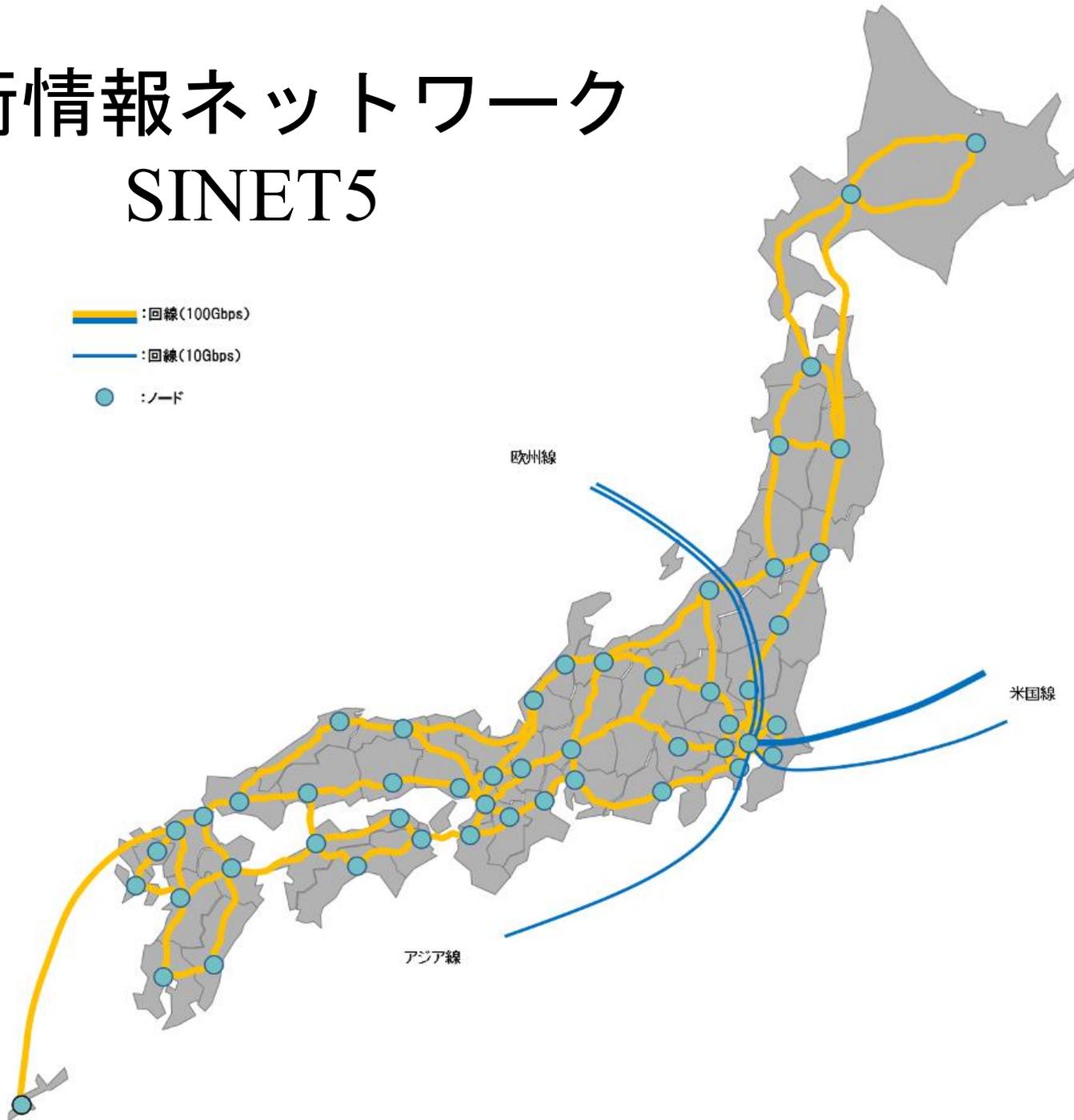
Contribute to the development
of science and technology worldwide
世界の科学技術の発展に寄与

2. OIST's Concept / 大学院大学の基本理念

- ① Best in the world 世界最高水準
- ② International 国際性
- ③ Flexible 柔軟性
- ④ Global Networking 世界的連携
- ⑤ Collaboration with Industry 産学連携

学術情報ネットワーク SINET5

-  :回線(100Gbps)
-  :回線(10Gbps)
-  :ノード



Internet2



INTERNET2 NETWORK INFRASTRUCTURE TOPOLOGY

APRIL 2016



IN SUPPORT OF

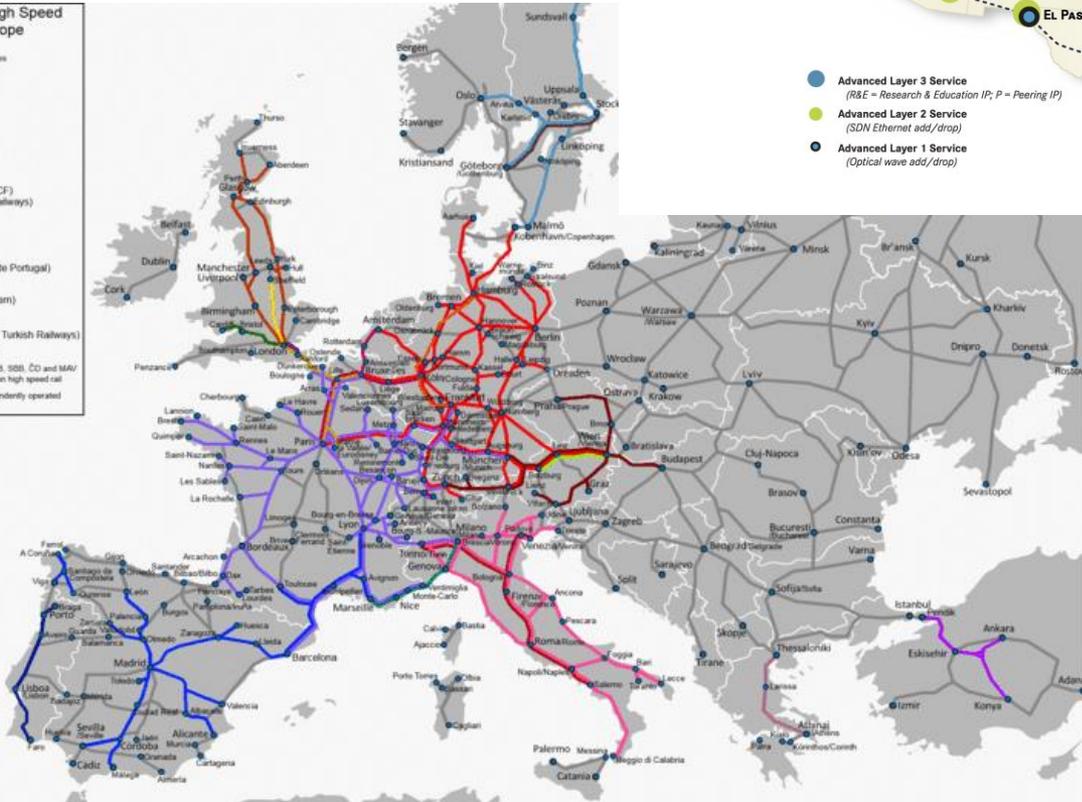
U.S. JCAN

NETWORK PARTNERS

Networks of Major High Speed Rail Operators in Europe
 Situation June 2015
Only services which run at least 5 times per week, per direction are included. Seasonal services not included.

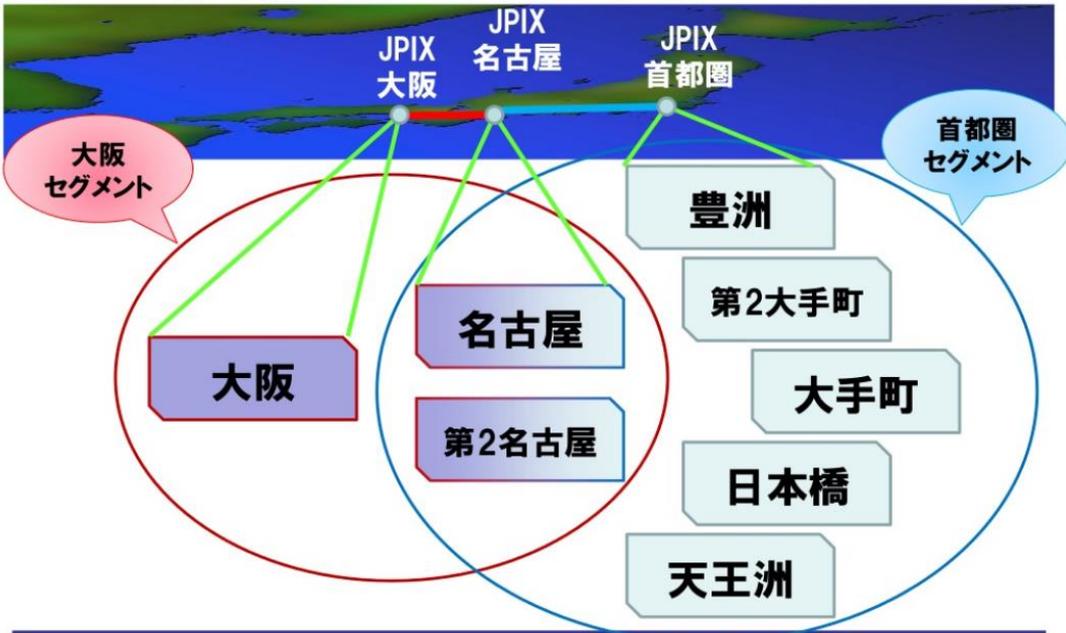
- Allegro (Karelian Trains)
- Italo (NTV)*
- Freccie (Trenitalia)
- Thalys*
- HSL*
- Eurostar***
- TGV***
- Railjet***
- ICE (Deutsche Bahn)
- TGV / EDTGV / Ganga (SNCF)
- Sapsan (RZD / Russian Railways)
- AVE (RENFE)**
- X 2000 / SJ 3000 (SJ)
- Pendolino (VR)
- Wiresbahn*
- MTR Express*
- Alfa Pendular (Comboios de Portugal)
- InterCity (Virgin Trains)
- InterCity (East Midlands)
- InterCity (East of Scotland)
- InterCity (OSE)
- Southeastern High Speed
- Yulusak High Train (TCDD / Turkish Railways)
- Other rail lines / operators

* Open access operator
 ** Joint operation between ÖBB, DB, SBB, CD and MIAV
 *** Includes other RENFE services on high speed rail lines
 **** Partially owned by SNCF, independently operated



GÉANT

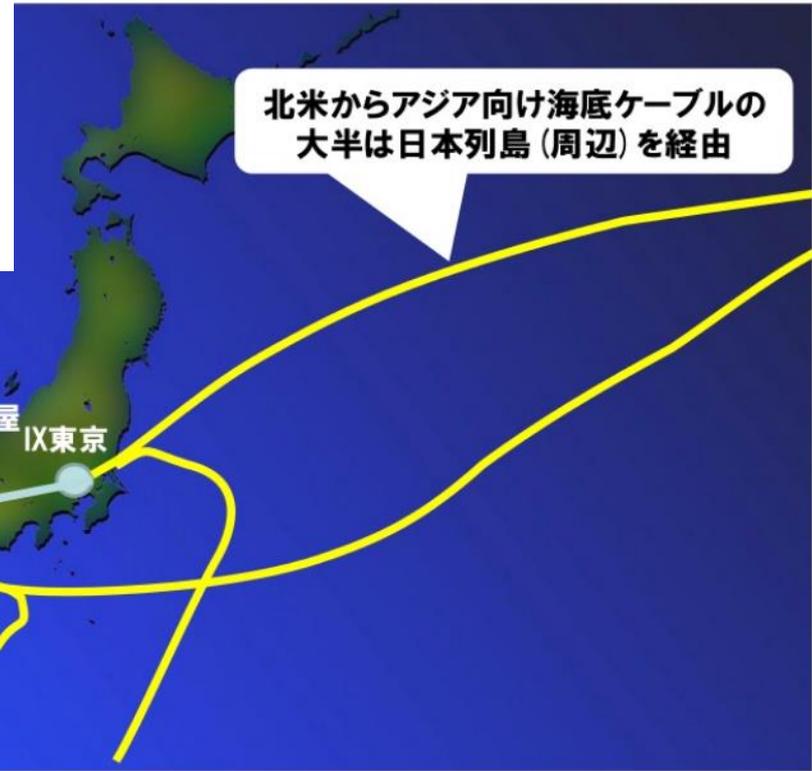
JPIX構成図



Copyright (C) JPIX 2013, All Right Reserved.

14

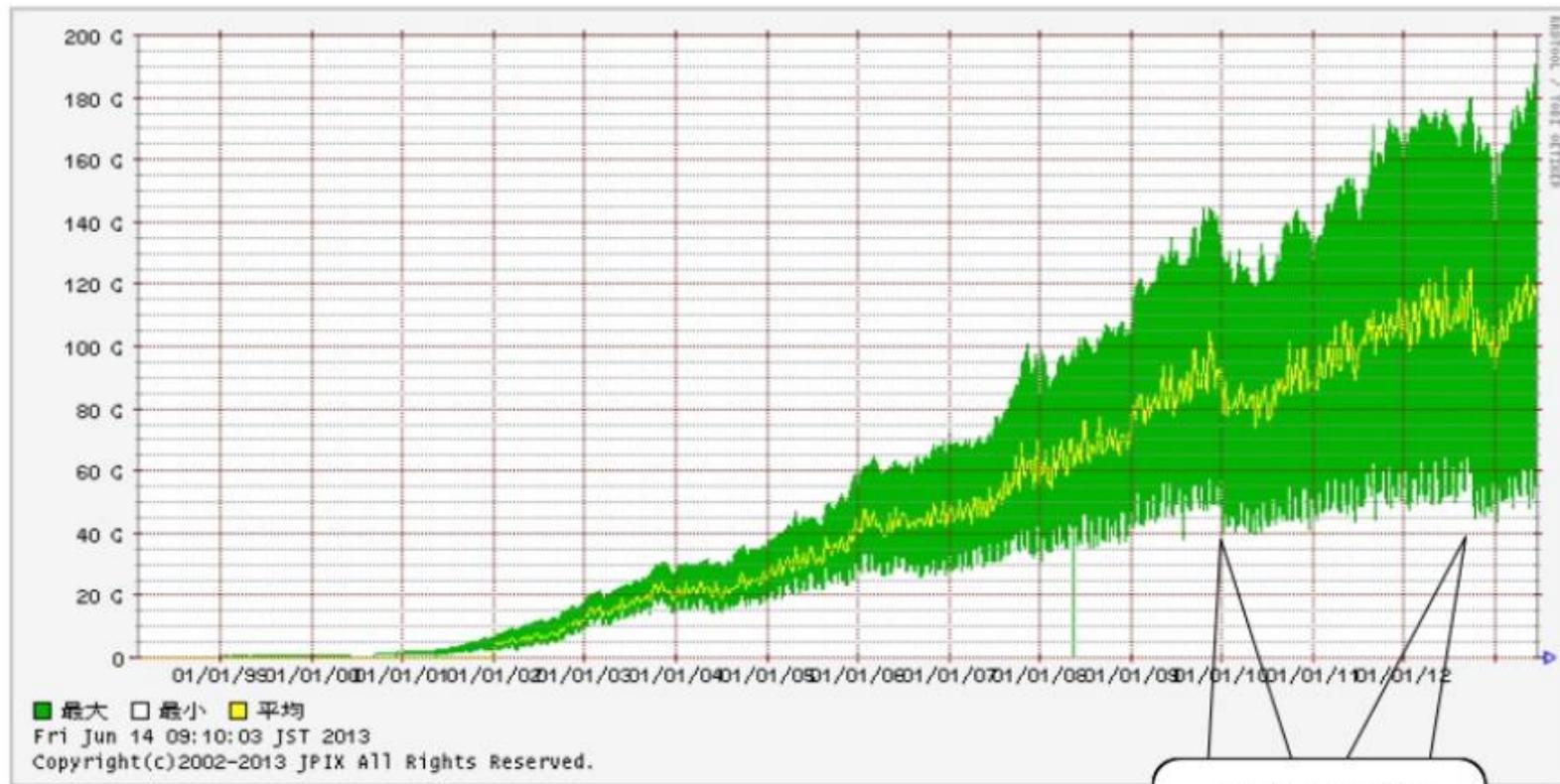
IX



Copyright (C) JPIX 2013, All Right Reserved.

25

JPIXトラフィック動向



著作権法
改正の影響

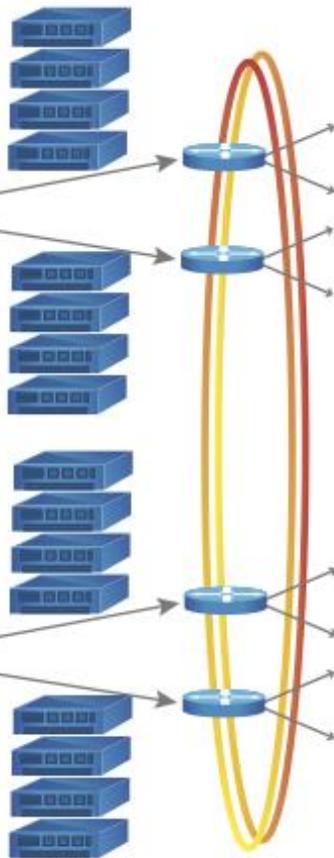
コンテンツ・デリバ リ・ ネットワーク (CDN)



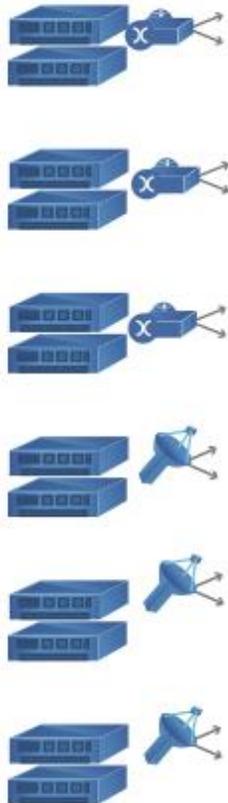
Cloud Data Centers



Regional PoPs



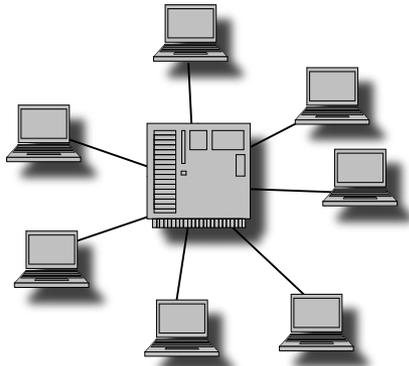
Edge Sites



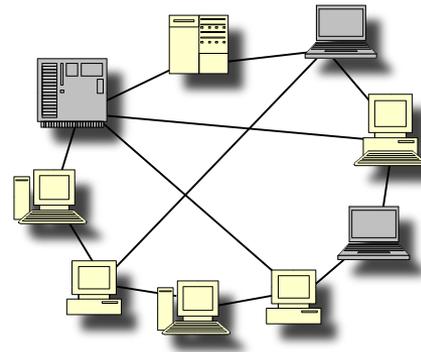
End-Users



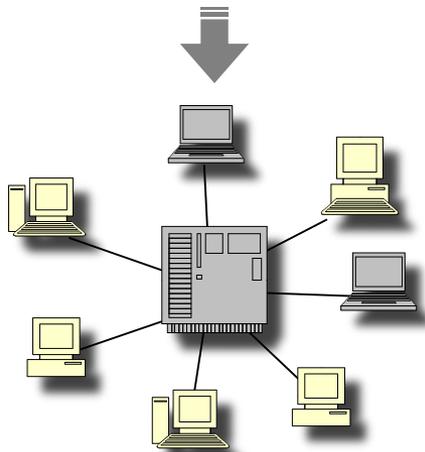
ネットワーク利用形態の変遷



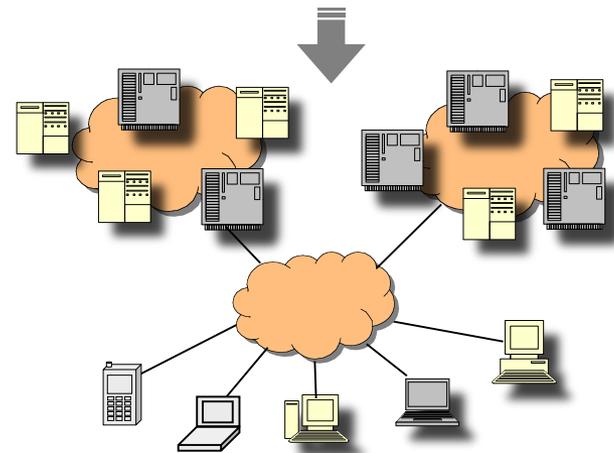
集中処理型コンピューティング
端末は文字情報のみ



分散処理型コンピューティング
クライアント・サーバー型
様々なプロトコル



シンククライアント
文字と画像情報
X11など



クラウド・コンピューティング
Web, Ajax
SaaS (Software as a Service)など

Google Data Center

Data center locations

We own and operate data centers around the world to keep our products running 24 hours a day, 7 days a week. Find out more about our data center locations, community involvement, and [job opportunities](#) in our locations around the world.

Americas

Berkeley County, South Carolina
Council Bluffs, Iowa
Douglas County, Georgia
Jackson County, Alabama
Lenoir, North Carolina
Mayes County, Oklahoma
Montgomery County, Tennessee
Quilicura, Chile
The Dalles, Oregon

Asia

Changhua County, Taiwan
Singapore

Europe

Dublin, Ireland
Eemshaven, Netherlands
Hamina, Finland
St Ghislain, Belgium



Google Data Center



The Dalles, Oregon



Our cooling towers

Water vapor rises above the cooling towers in The Dalles data center in Oregon. These plumes of water vapor create a quiet mist at dusk.



Azure regions

Azure is generally available in 36 regions around the world, with plans announced for 6 additional regions. We place a high priority on geographic expansion to enable higher performance and to support your requirements and preferences regarding data location.

Explore products per region ▶



映画「スノーデン」

- 国内封切 2017年1月27日
- アメリカ国家安全保障局（NSC）に勤務していたコンピューター専門家のエドワード・スノーデンが、アメリカが収集していた膨大な外交機密情報を「ガーディアン」誌に2013年6月に暴露し、亡命した実話に基づく
- FacebookなどのSNSやメール、電話の盗聴など個人のプライバシーが国家によって盗聴・悪用され、罪のない一般市民の人生が無残に踏みにじられていく様子がリアルに描かれている
- プライバシーと国家安全保障のあるべきバランスとは？

映画「ドリーム」

- 国内封切 2017年9月29日
- 白人と有色人種の分離政策が行われていた1961年のバージニア州でNASAのラングレー研究所で有人宇宙ロケット「マーキュリー計画」の軌道計算に取り組んだ3人の黒人女性たちの物語
- NASAにIBMの大型電子計算機が初めて導入された際の数学者とプログラマの役割の変化や時代の変化がユーモラスに描かれている
- IBMのwebサイトではIBM独自の予告編を見ることができる



アポロ11号

1969年7月16日 打ち上げ

21日 月着陸(日本時間)

24日 帰還

当時のヒューストンの管制コンピュータ
IBM 360/75 ~ 1 MIPS

現代のパソコンの約1000分の1

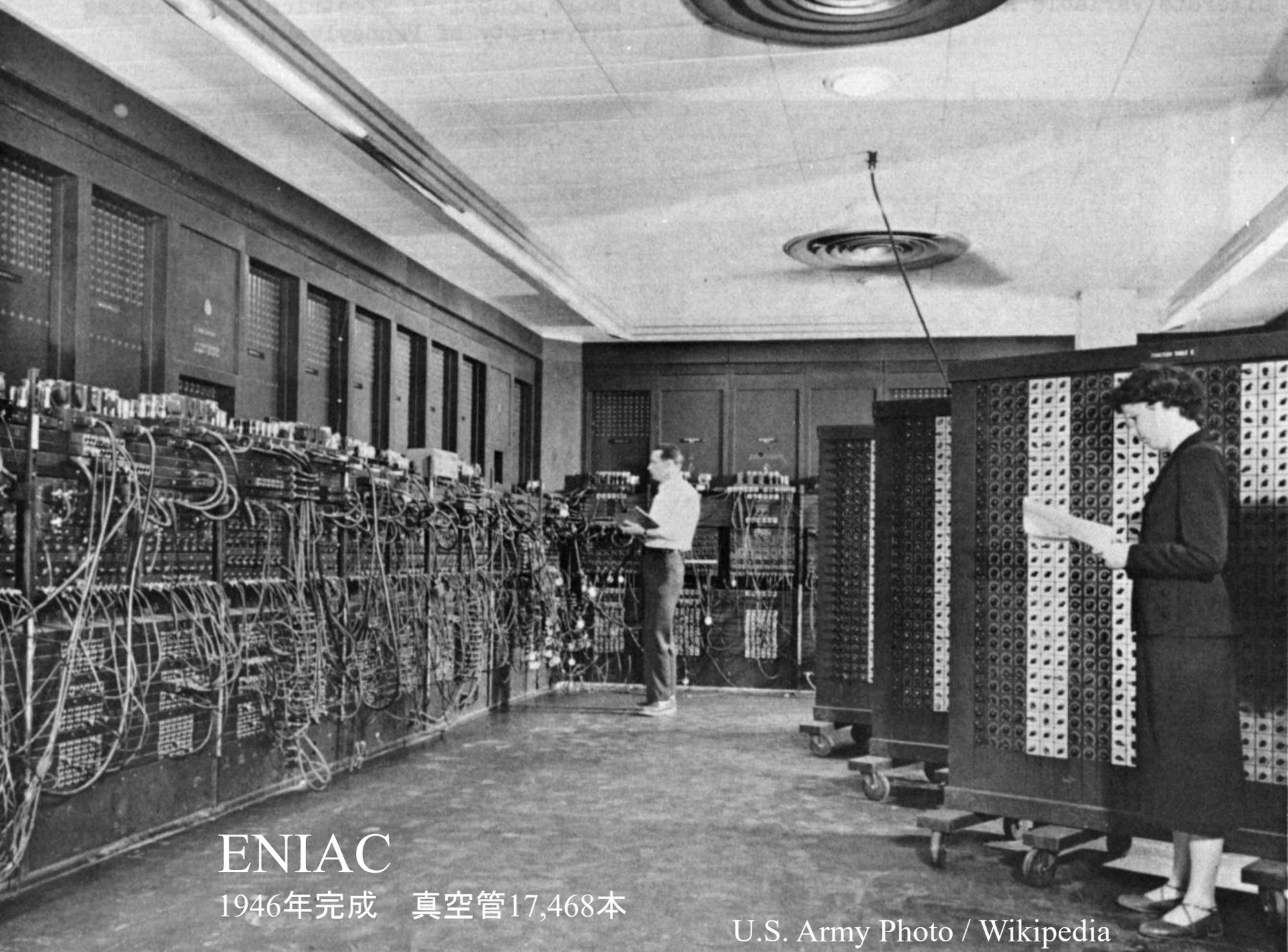
Chariots For Apollo, ch7-6

[http://www.hq.nasa.gov/office/pao/
History/SP-4205/ch7-6.html](http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4205/ch7-6.html)

搭載コンピュータ

Apollo Guidance Computer

[http://en.wikipedia.org/wiki/
Apollo_Guidance_Computer](http://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_Guidance_Computer)

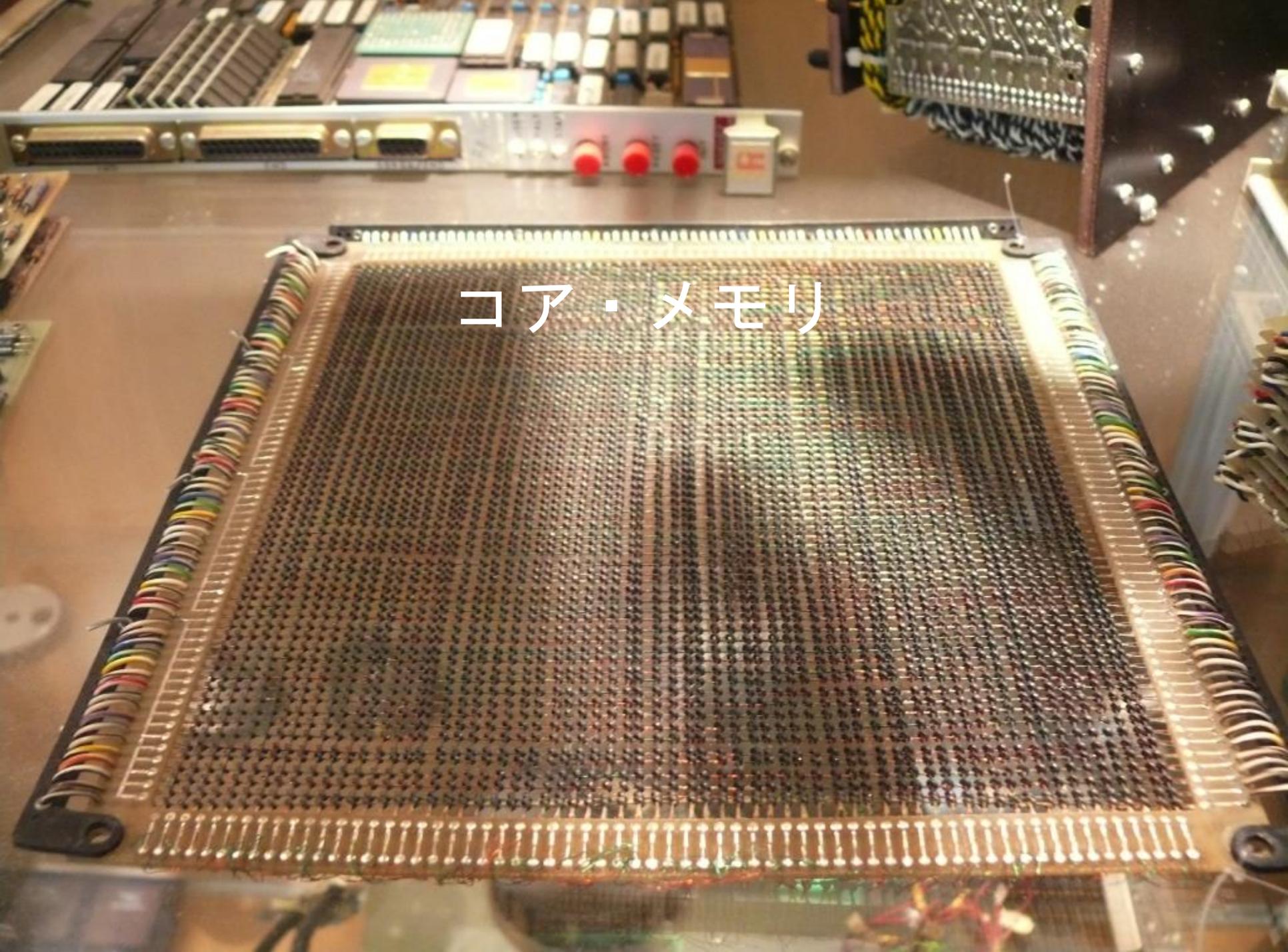


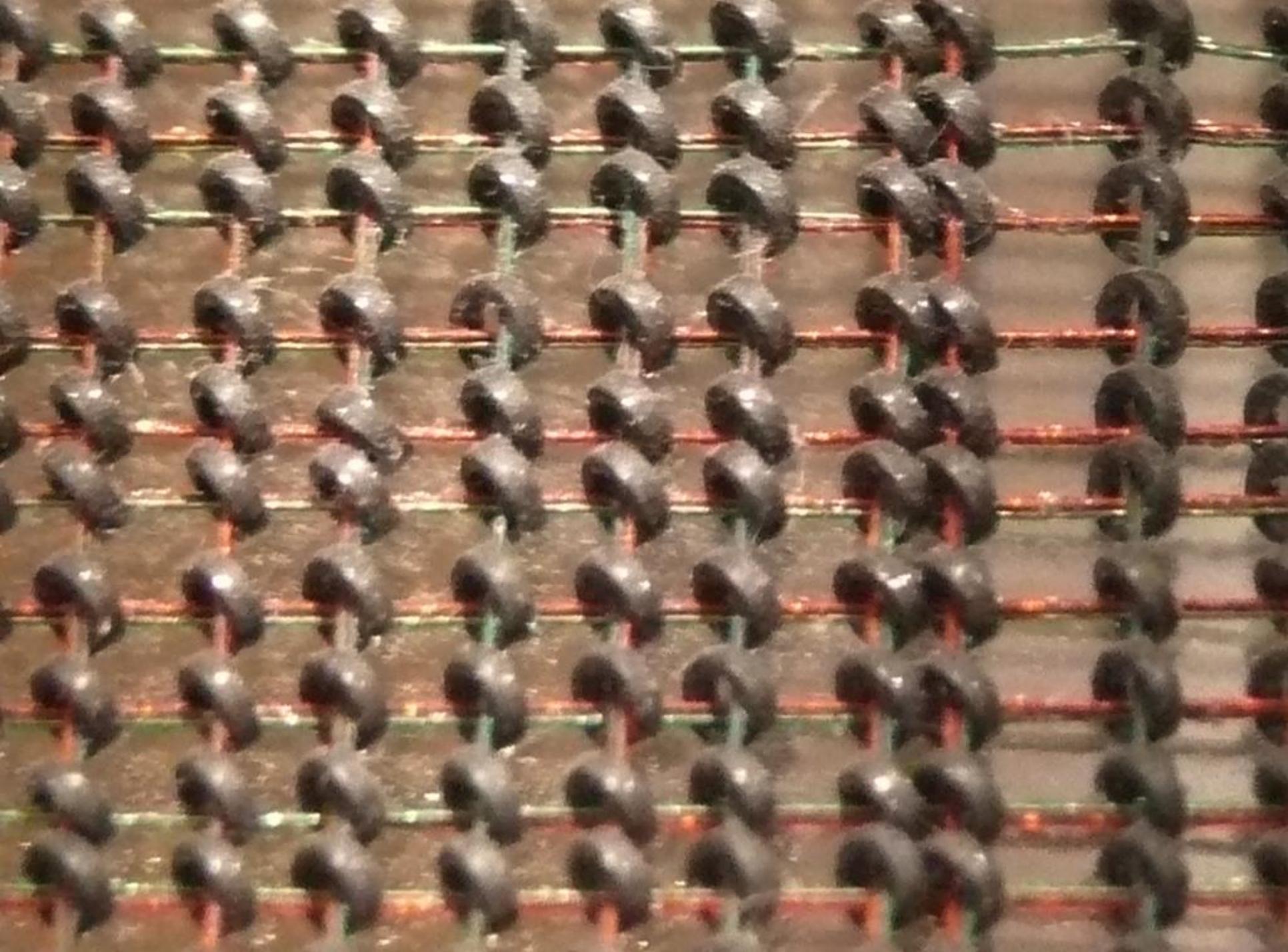
ENIAC

1946年完成 真空管17,468本

U.S. Army Photo / Wikipedia

コア・メモリ



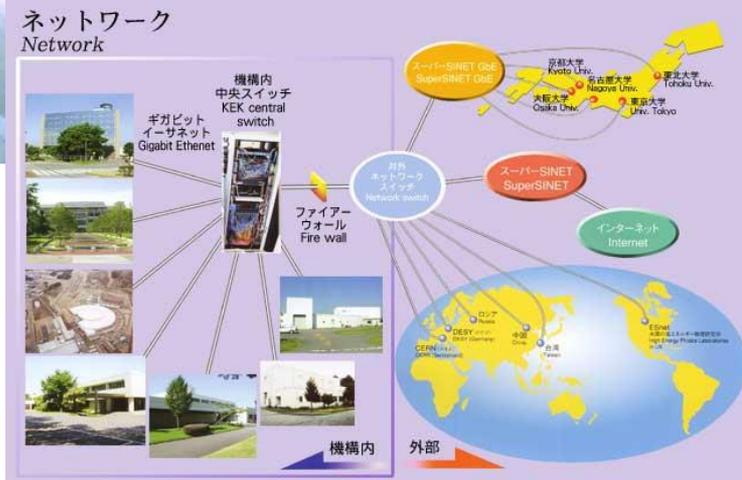
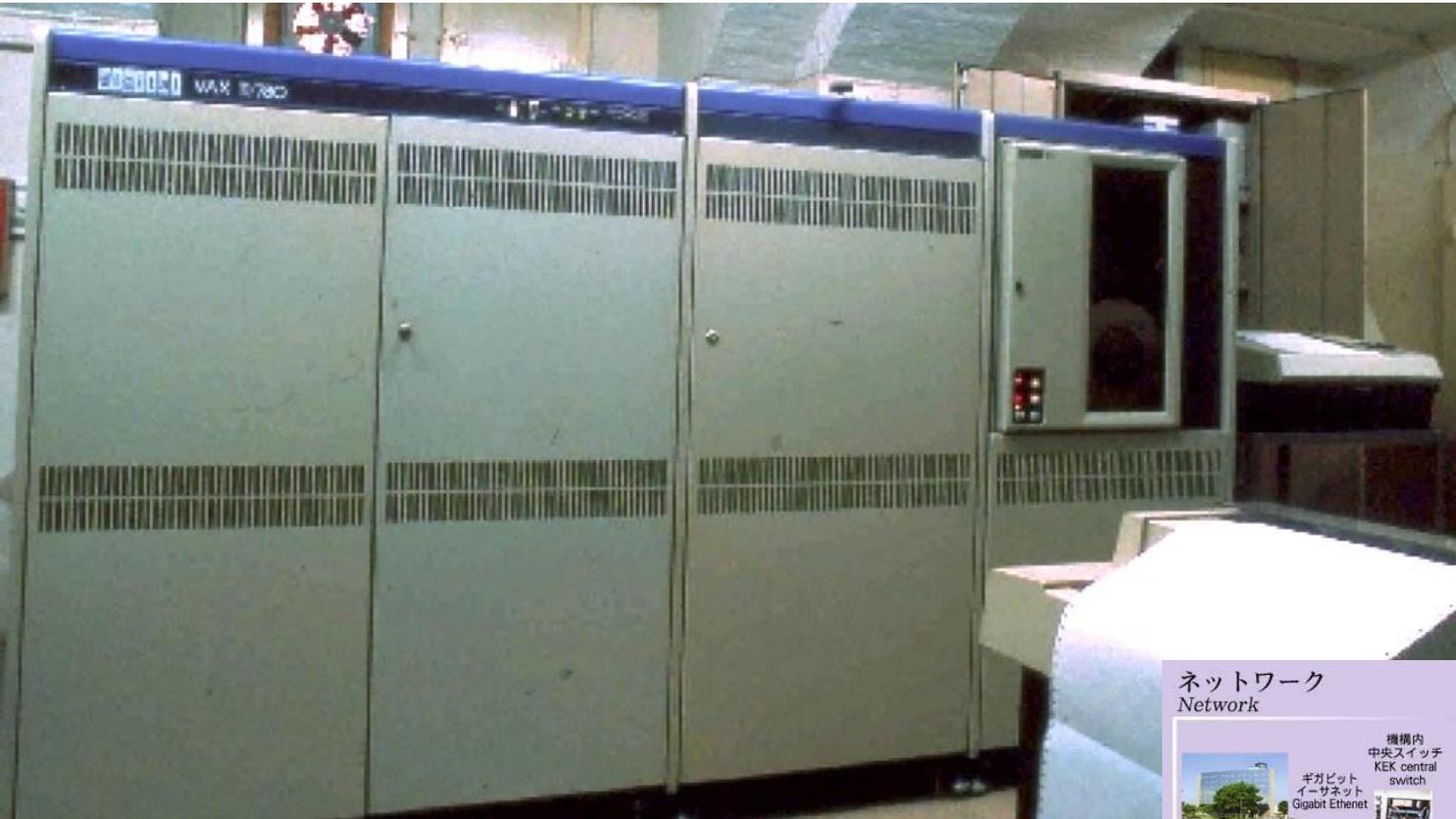


日本のインターネット黎明期

- 1984年 東工大と慶應大を接続（JUNET 村井純氏）
- 1988年 WIDEプロジェクト発足
- 1991年 JNIC（JPNIC）発足
- 1993年 IIJが日本初の商用インターネットサービス開始
- 1999年 商用ADSLスタート

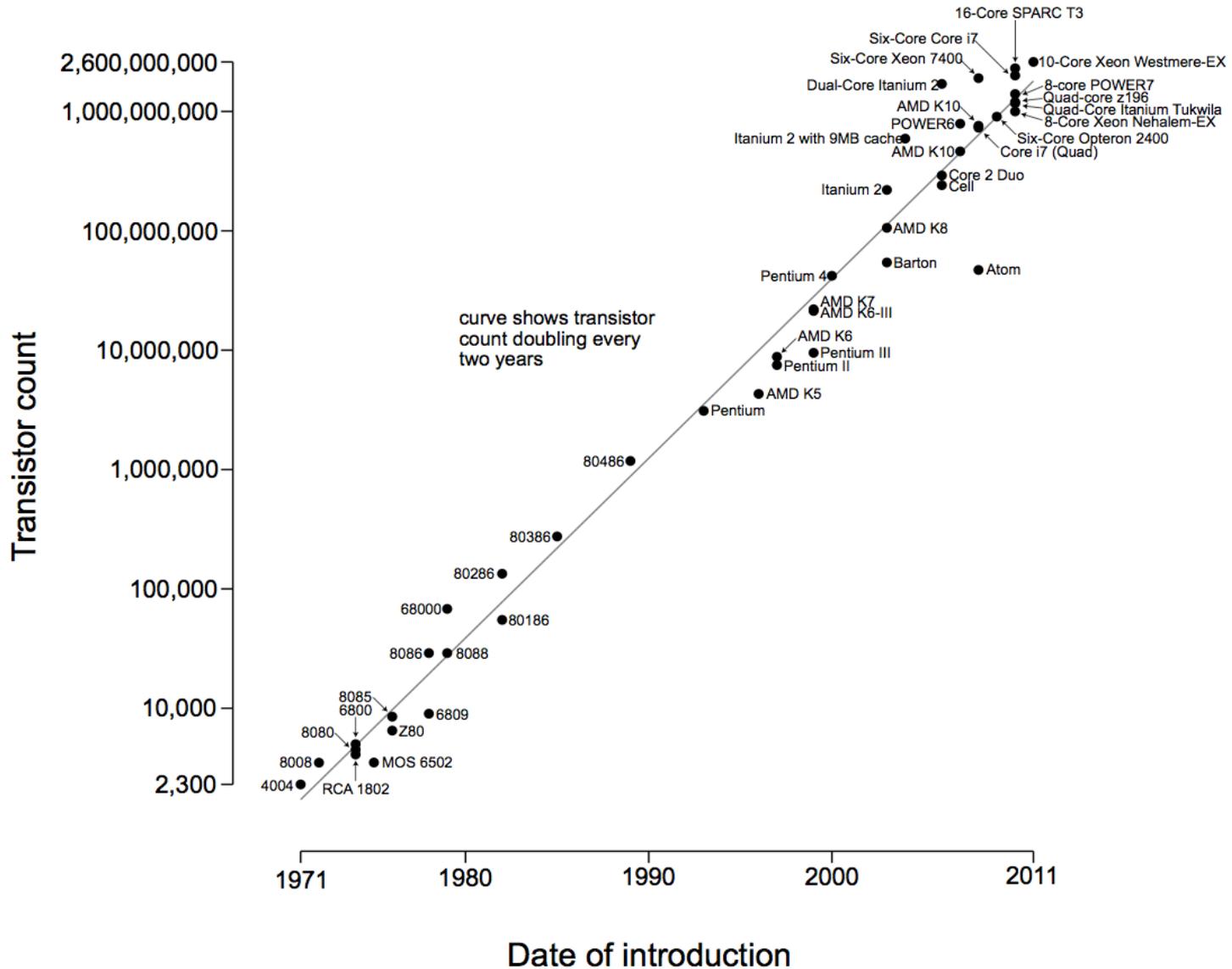


HEPnet-Jの誕生



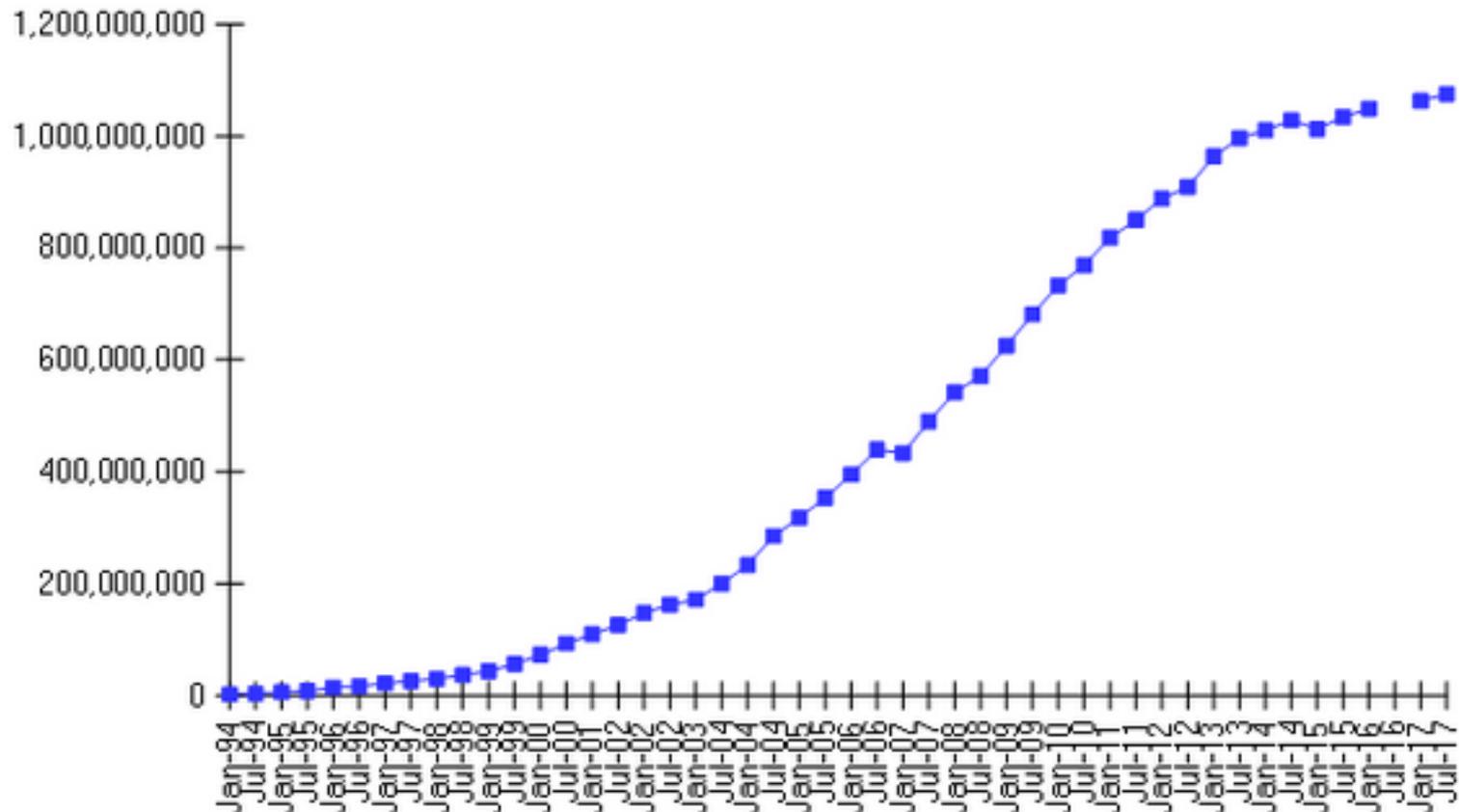
<http://www2.kek.jp/proffice/archives/3w/>

Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law



ドメイン数の増加 (1994~2017)

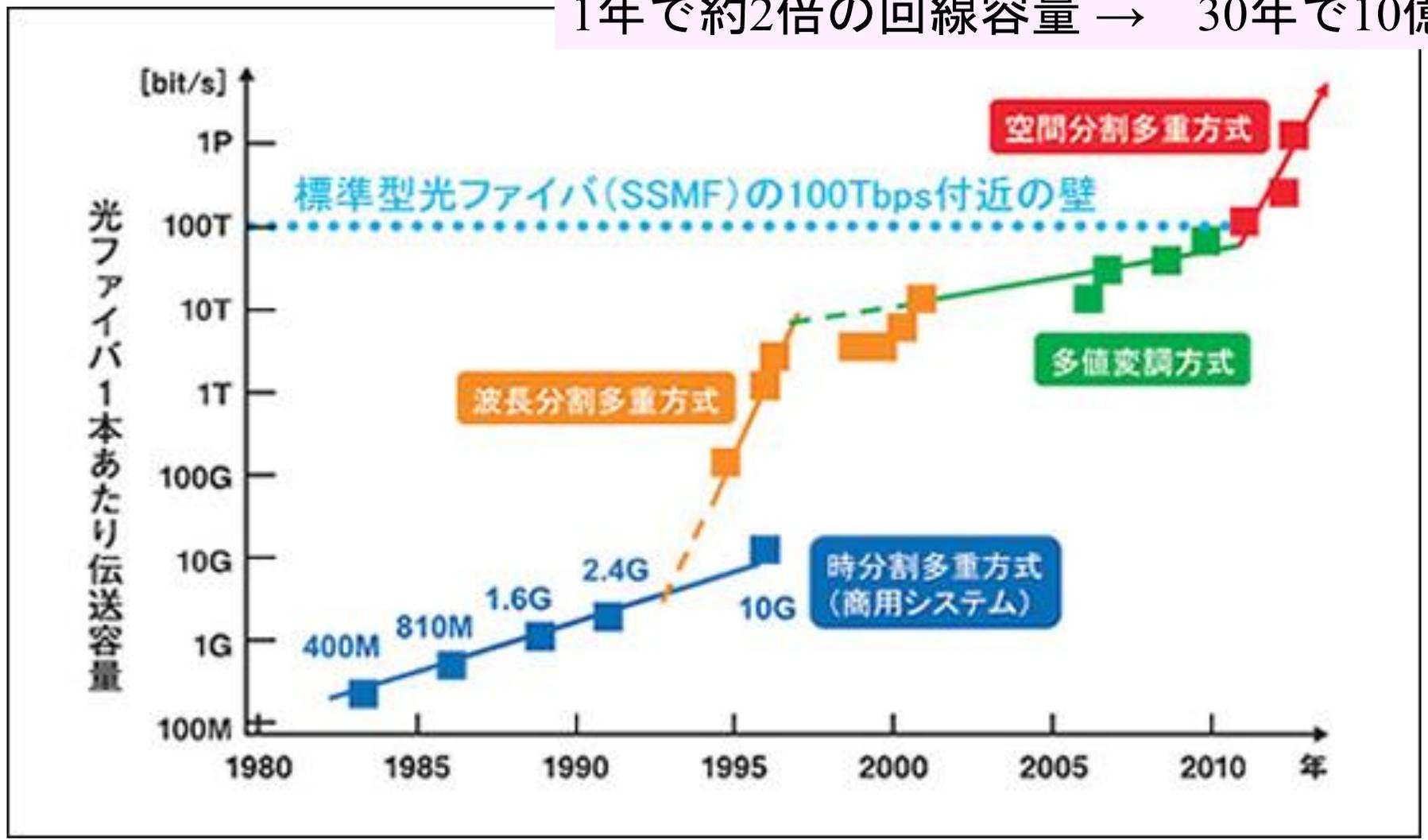
Internet Domain Survey Host Count



Source: Internet Systems Consortium (www.isc.org)

光ファイバー伝送容量の増加

1年で約2倍の回線容量 → 30年で10億倍



インターネットの歴史

- 1969年に米国国防総省高等研究計画局が実験用・研究用に開発したARPANET (Advanced Research Projects Agency Network)が出发点
- 当初は軍事機関と大学のメインフレーム計算機を分散型で接続する専用ネットワーク
- 70年代から80年代にかけて、ARPANETに参加できない大学や研究所を結ぶUSENET, CSNET, BITNETなどのさまざまな類似な常時接続ネットワークが出現
- 1983年、UNIXにTCP/IPが組み込まれる
- 1986年、NSF(アメリカ科学財団)のNSFnetが発足
- 1987年、世界初の商用ISPであるUUnetが発足
- 大学の研究者を中心に自由闊達な研究活動の舞台へ
- 1990年代の商用ISPの普及と、パソコンの高性能低価格化、webの普及により爆発的に成長 → 世界的規模の情報通信基盤へ



RFC 821 - Simple Mail Transfer Protocol



[Internet RFC Index](#)

[Usenet FAQ Index](#)

[Other FAQs](#)

[Documents](#)

[Tools](#)

Search

[Search FAQs](#)

[Search RFCs](#)

IFC Home

[Cities](#)

[Countries](#)

[Hospitals](#)

[Web Hosting Ratings](#)

Search the RFC Archives

Or Display the document by number

[[RFC Index](#) | [Usenet FAQs](#) | [Web FAQs](#) | [Documents](#) | [Cities](#) | [Patents](#) | [SEC Filings](#) | [Abstracts](#) | [Sex offenders](#)]

[RFC 821](#)

SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL

Jonathan B. Postel

August 1982

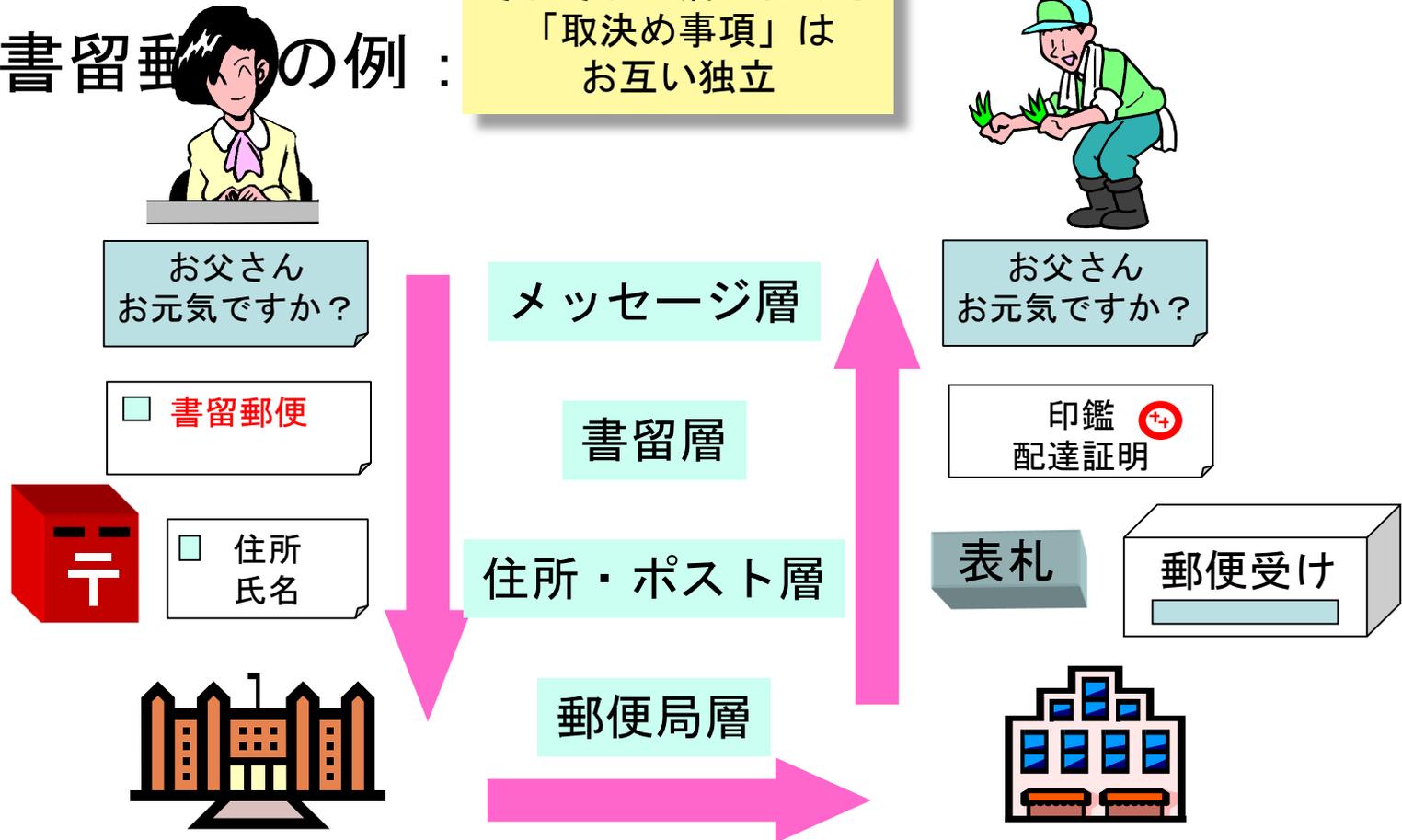
Information Sciences Institute
University of Southern California

プロトコルの階層

- 通信の取り決めには様々な階層があり、それぞれの階層のプロトコルは独立に定められている

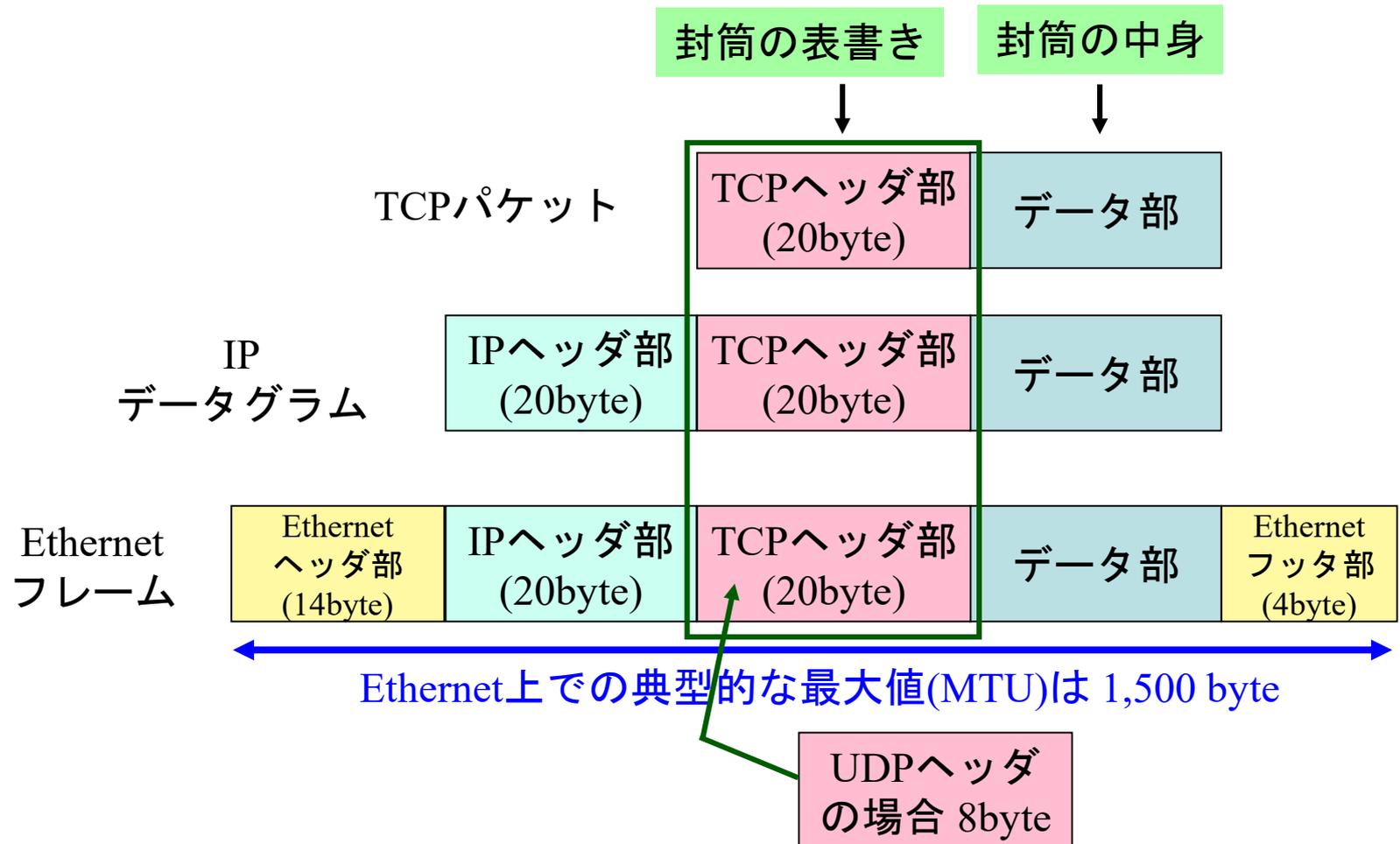
- 書留郵便の例：

それぞれの層における「取決め事項」は
お互い独立



TCP/IPパケットの構造

- TCP/IPの各層で封筒の中に封筒を入れるようにヘッダ部を加えていく



1994年頃のKEKのweb

NCSA Mosaic: Document View

File Options Navigate Annotate Help

Document Title: KEK Welcome

Document URL: http://www.kek.jp/



KEK
高エネルギー物理学研究所
〒305 茨城県つくば市大種1-1

National Laboratory for High Energy Physics ("Koh-Ene Oho 1-1, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan

Welcome to the home page of KEK WWW server. If you have questions or suggestions on this server, send e-mail to www-admin@kek.jp.

Japanese version of Home Page is [here](#).

What's New:

- [KEK Open House on Sep/11](#) (ShiftJIS version is [here](#))
- [Latest news](#) around KEK or in High Energy Physics society

About KEK:

- [Introduction of this laboratory](#)
- [Organization of KEK](#)

Physics Groups:

- [ATLAS-Japan Home Page](#)
- [BELLE Home Page](#)
- [JLC Home Page](#)
- [PF Protein Crystallographers](#)
- [PS User Group](#)
- [VENUS Home Page](#)
-

Computing at KEK:

Back Forward Home Reload Open... Save As... Clone New Window

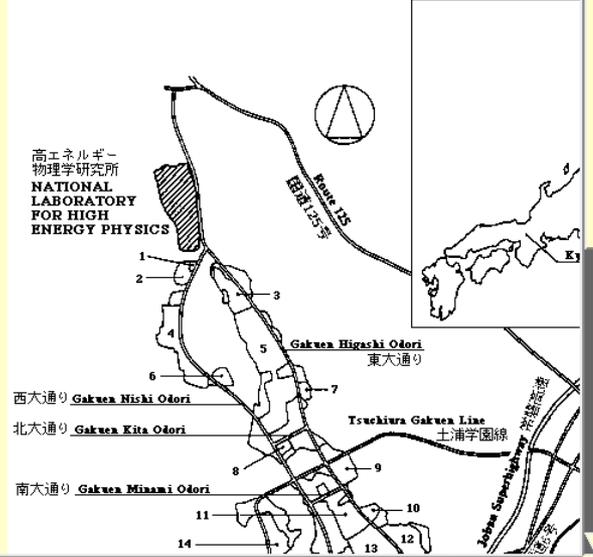
NCSA Mosaic: Document View

File Options Navigate Annotate Help

Document Title: Map of Tsukuba Science City

Document URL: http://ccfx.kek.jp/pub/text/tsukuba_map.html

Map of Tsukuba Science City



高エネルギー物理学研究所
NATIONAL LABORATORY FOR HIGH ENERGY PHYSICS

Route 125
EHR 125-5

東大通り
Gakuen Higashi Odori

西大通り
Gakuen Nishi Odori

北大通り
Gakuen Kita Odori

南大通り
Gakuen Minami Odori

Tsukuba Gakuen Line
土浦学園線

Japan Superhighway
常磐自動車道

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

データ転送完了。

Back Forward Home Reload Open... Save As... Clone New Window

LANL XXX Preprint Server



Cornell University Library

We gratefully acknowledge support from the Simons Foundation and member Institutions

arXiv.org

Search or Article-Id [\(Help | Advanced search\)](#) [Login](#)

[All papers](#) [Go!](#)

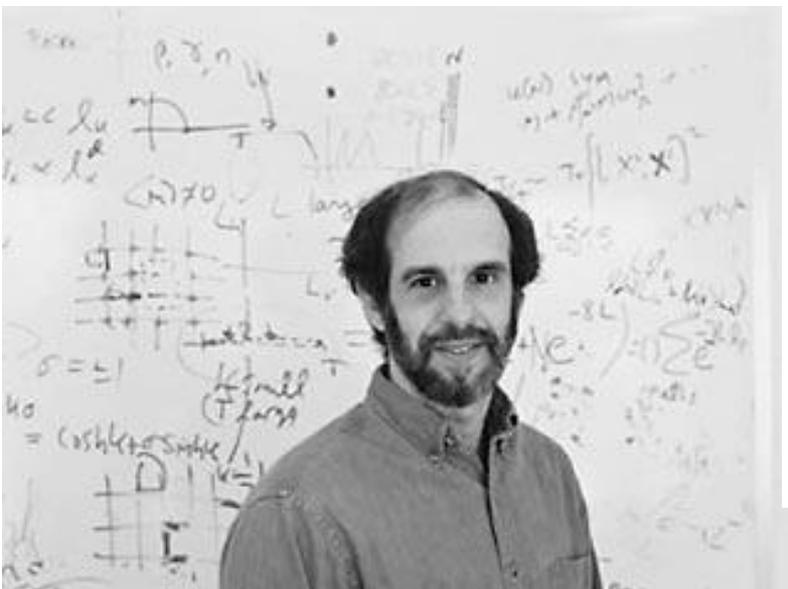
Open access to 805,796 e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics

Subject search and browse: [Search](#) [Form Interface](#) [Catchup](#)

9 Dec 2012: [Scheduled outage Tue 11 Dec](#)
19 Oct 2012: [arXiv Holiday Schedule](#)
29 Aug 2012: [Simons Foundation funds new arXiv sustainability model](#)
See cumulative ["What's New"](#) pages. Read [robots beware](#) before attempting any automated download

Physics

- **Astrophysics** ([astro-ph new](#), [recent](#), [find](#))
includes: [Cosmology and Extragalactic Astrophysics](#); [Earth and Planetary Astrophysics](#); [Galaxy Astrophysics](#); [High Energy Astrophysical Phenomena](#); [Instrumentation and Methods for Astrophysics](#); [Solar and Stellar Astrophysics](#)
- **Condensed Matter** ([cond-mat new](#), [recent](#), [find](#))
includes: [Disordered Systems and Neural Networks](#); [Materials Science](#); [Mesoscale and Nanoscale Physics](#); [Other Condensed Matter](#); [Quantum Gases](#); [Soft Condensed Matter](#); [Statistical Mechanics](#); [Strongly Correlated Electrons](#); [Superconductivity](#)
- **General Relativity and Quantum Cosmology** ([gr-qc new](#), [recent](#), [find](#))
- **High Energy Physics - Experiment** ([hep-ex new](#), [recent](#), [find](#))
- **High Energy Physics - Lattice** ([hep-lat new](#), [recent](#), [find](#))
- **High Energy Physics - Phenomenology** ([hep-ph new](#), [recent](#), [find](#))
- **High Energy Physics - Theory** ([hep-th new](#), [recent](#), [find](#))
- **Mathematical Physics** ([math-ph new](#), [recent](#), [find](#))
- **Nonlinear Sciences** ([nlin new](#), [recent](#), [find](#))
includes: [Adaptation and Self-Organizing Systems](#); [Cellular Automata and Lattice Gases](#); [Chaotic Dynamics](#); [Exactly Solvable and Integrable Systems](#); [Pattern Formation and Solitons](#)
- **Nuclear Experiment** ([nucl-ex new](#), [recent](#), [find](#))
- **Nuclear Theory** ([nucl-th new](#), [recent](#), [find](#))
- **Physics** ([physics new](#), [recent](#), [find](#))



ボクにもわかる先端科学 (現・キッズサイエンティスト)

1998年5月よりホームページ
改訂と一般向けページの編集
に着手

制作

wwwワーキンググループ

阿部勇、相沢隆司、藤井恵介、加藤晃一、
小林克巳、加門弘雄、久野良孝、橋本清治、
森田洋平、本橋せつ子、野竹登良、大見和史、
高崎貞則、東郷雄一、魚田雅彦、柳町幸治、
渡瀬芳行

制作協力

茨城県立つくば工科高等学校

仁木浩二講師

茨城県立竹園高等学校 理科教室

(主任 高橋智教諭)

茗溪学園中学校高等学校

藤井健司 教諭

つくばビジネスネットワーク

(異業種交流会)

小田部文彦、中島博幸、田崎知子、塚田昌彦、
山田博之、檀裕也、小林加奈子、鈴鹿順美

公開：1998年12月末

やさしい物理教室 - Mozilla

http://www.kek.jp/kids/class/index.html

やさしい物理教室

物理教室選択

ようこそ、加速器による自然の探求リングに!

[素粒子\(クォーク・レプトン\)](#) [陽子・中性子\(ハドロン\)](#)

[原子核](#) [原子・分子](#) [物質](#) [生物](#) [人間](#) [地球](#) [宇宙](#)

このコーナーは「やさしい物理教室」となっているけど、ちっともやさしくないかも知れないと思う。でも、この研究機構でやっている研究は、何んて幅広いかってことはわかるかも知れない。みんなからの質問や意見があると、もっと良くなるので、頑張って、見て行こう。

高柳雄一氏との出会い



NHK科学解説委員（当時）

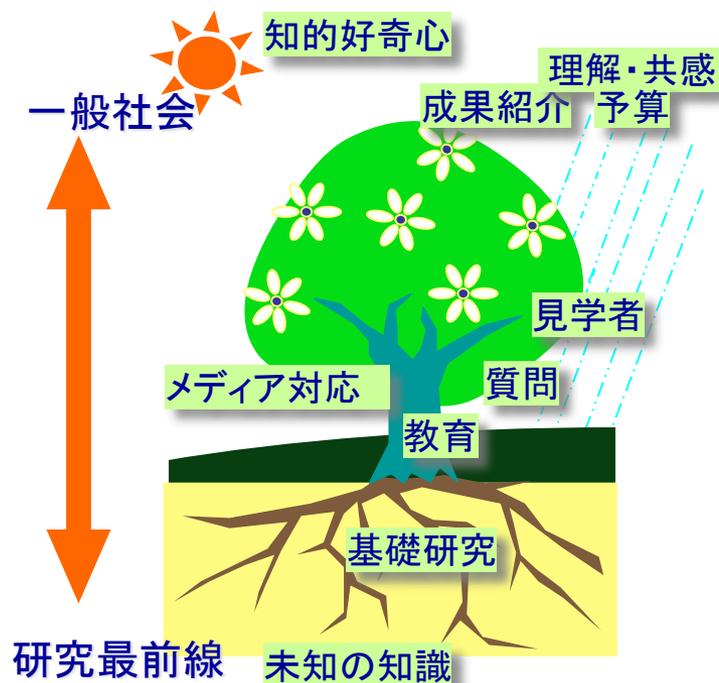
KEKに設置された広報室の初代室長
として着任 2001年10月～2003年3月

研究職と兼務の広報室員として広報
用webサイト構築などに協力

戸塚洋二氏との出会い



KEK機構長 2003年4月～2006年3月
初代広報室長高柳氏の定年退官に伴い
広報室長の公募
2003年7月より広報室へ



KEK コミュニケーションプラザ



InterAction

CERN, DESY, SLAC,
Fermilab, KEKなど、世界
の高エネルギー研究所の
広報担当者のネットワー
ク



国際共同実験の
世界同時プレスリリース
などを調整

INTERACTIONS.ORG
Particle Physics News and Resources

Home News Image Bank

A communication resource from the world's particle physics laboratories

Mirror of Virgo. Interferometer - an innovative experiment for studying gravitational waves
(Copyright © Infn Photo 2004)
[View More Image Bank Images](#)

About Interactions.org
Image Bank
Resources
Policy and Funding
Physics and Society
Education
Universities / Institutes
Future
Contact Us
Workspaces

News [View All News](#)

Latest News Wires

18 April 2007 - CERN
[CERN is guest of honour at International Inventions Exhibition](#)

Particle Physics in the News

20 April 2007 - CERN
[Fermilab Update on Inner Triplet Magnets at LHC](#)

19 April 2007 - PhysOrg
[Experiment confirmed famous physics model](#)

19 April 2007 - Science Daily
[Search For Dark Matter Particles Moves Underground](#)

19 April 2007 - Nature
[Dark matter looks to be particularly wimpy](#)

18 April 2007 - Nature
[Evidence for fourth neutrino fades](#)

18 April 2007 - Newton
[La macchina più grande del mondo raggiunge la temperatura dello spazio profondo.](#)

18 April 2007 - AIP

Features

[John makes a Dis-Cern-ing Visit](#)
John Barrowman, a Scottish American actor, musical performer, dancer, singer, and TV presenter, was invited to visit CERN to take part in a podcast.
[About John Barrowman](#)

CERN Bulletin
23 April 2007

- The height of cool
- A word from the DG: Decisions affecting CERN's future
- There are those who call it...TIM
- CERN at the International Inventions Fair
- Discovery Mondays - 'Globe-trotting detectors'
- ALICE doffs hat to two companies

ILC NewsLine
19 April 2007

- How a calorimeter could save your life
- SID plans for the road ahead
- The role of industries during the ILC engineering design phase

A Week of Interactions
8-14 April 2007
A weekly compilation highlighting the news articles, press releases, Images and features added to

News Wire

Sign up for our newswire and receive the latest press releases from particle physics labs around the world.

[CLICK HERE TO SIGN UP](#)

宇宙と加速器のヒミツにせまる物理コメディ!

キッズサイエンティスト 

連載科学マンガ

カソクキッズ

宇宙、生命、物質のなぞに挑むKEKの博士たちとともに、
4人のキッズたちが大冒険!



制作:カソクキッズ保護者会

原作:うるの拓也 作画:高橋まさえ&佐々木真知(うるのクリエイティブ事務所) 監修:大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構



Credit: Arthur Tsang/Reuters

How China has censored words relating to the Tiananmen Square anniversary (from PRI)

Jun 4, 2016

From [The World, from Public Radio International](#)

[How China has censored words relating to the Tiananmen Square anniversary](#)

By Kuang Keng Kuek Ser

The beginning of every June is one of the busiest times for Chinese censors. That's when the world — except China — commemorates the anniversary of the 1989 Tiananmen



weibo.com/weibo

Weibo



@4天我24岁

Weibo



Weibo

http://www.huffingtonpost.co.uk/2013/06/04/tiananmen-square-yellow-duck-meme-weibo_n_3383181.html



Jānis Krūms

@jkrums



twitpic.com/135xa - There's a plane in the Hudson. I'm on the ferry going to pick up the people. Crazy.

12:36 PM - 15 Jan 09



旅客機不時着事故

- 2009年1月15日にUSエアウェイズ1549便のエンジンがバードストライクによって停止し、機長のとっさの判断でハドソン川に不時着した
- 付近を通りかかったフェリーの乗客が撮影した写真のツイートが世界を駆け巡る事故の第一報となった
- Twitterが世界を変革しうるメディアであることを示した象徴的なツイート

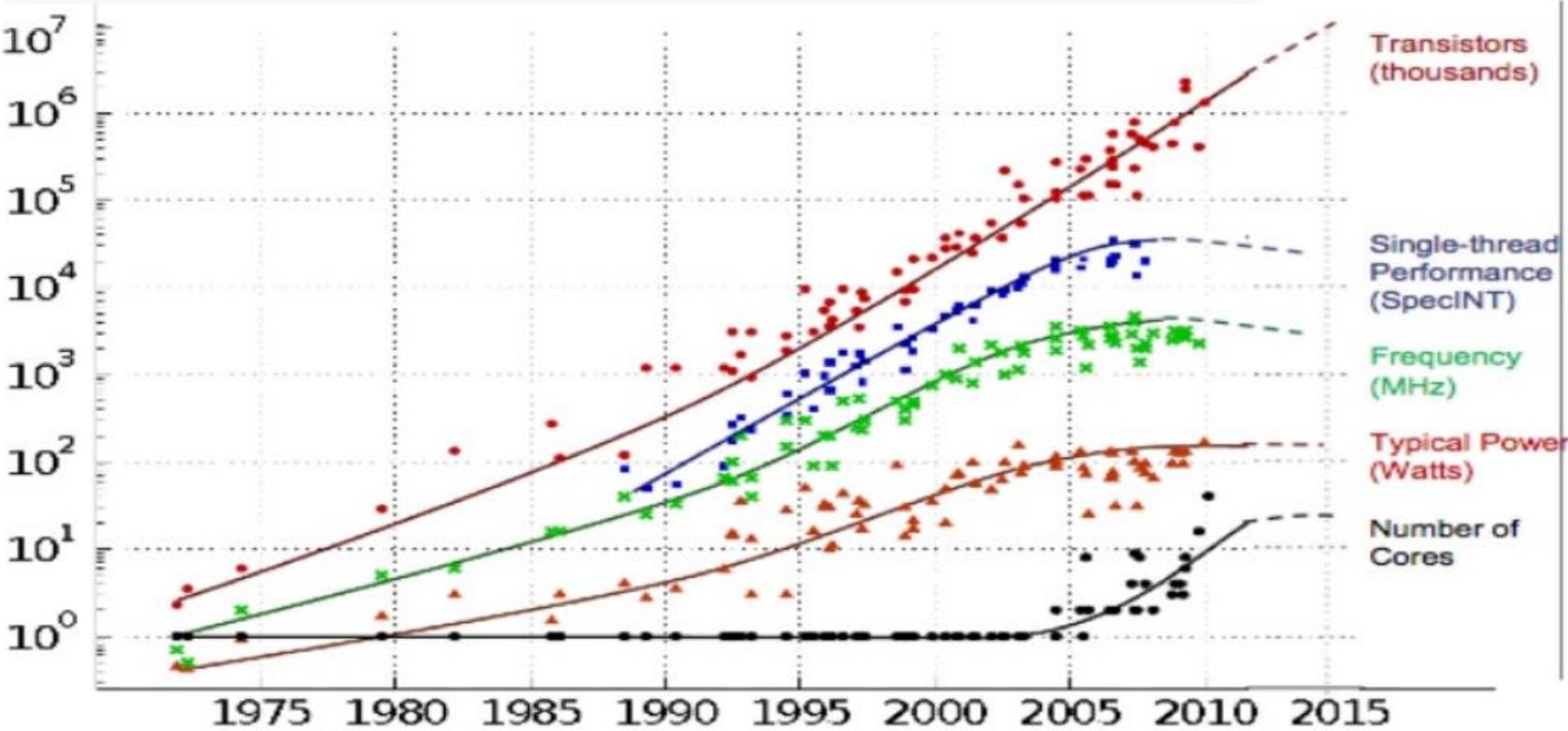
<https://twitter.com/jkrums/status/1121915133>

<http://www.warnerbros.co.jp/hudson-kiseki/>

“アラブの春”



But Moore's Law is Over



Original data collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond and C. Batten
Dotted line extrapolations by C. Moore

C Moore, *Data Processing in ExaScale-Class Computer Systems*, Salishan, April 2011

「ビッグデータ」から「ディープラーニング」へ

人類の英知を超えていく

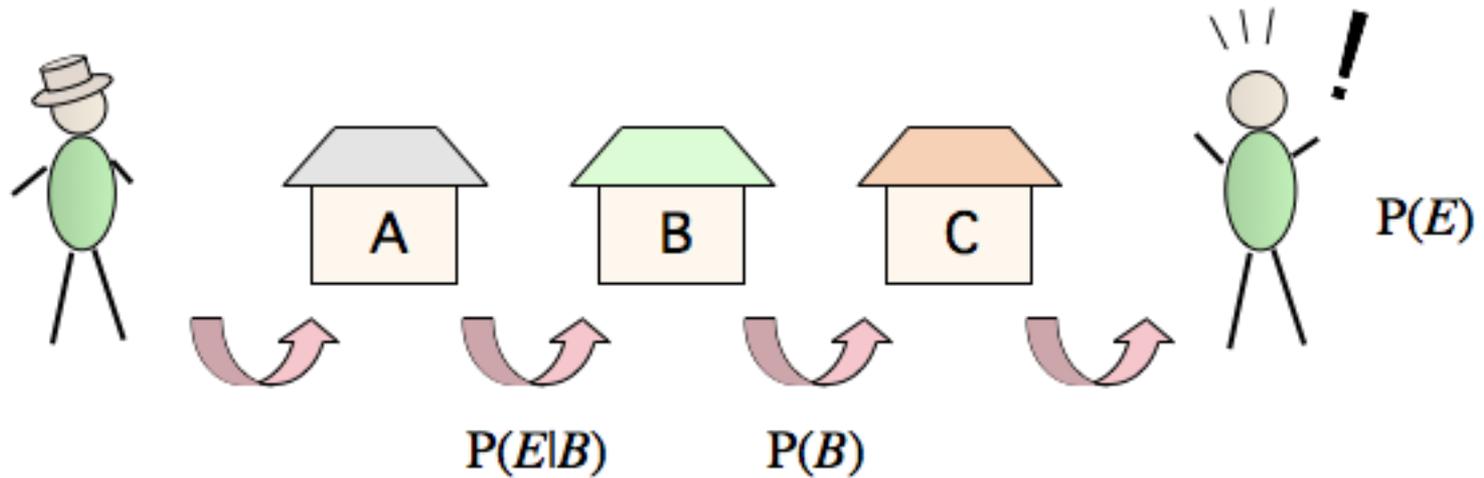


あ
デバイス
プ)

クラウド
(ビッグデータ)

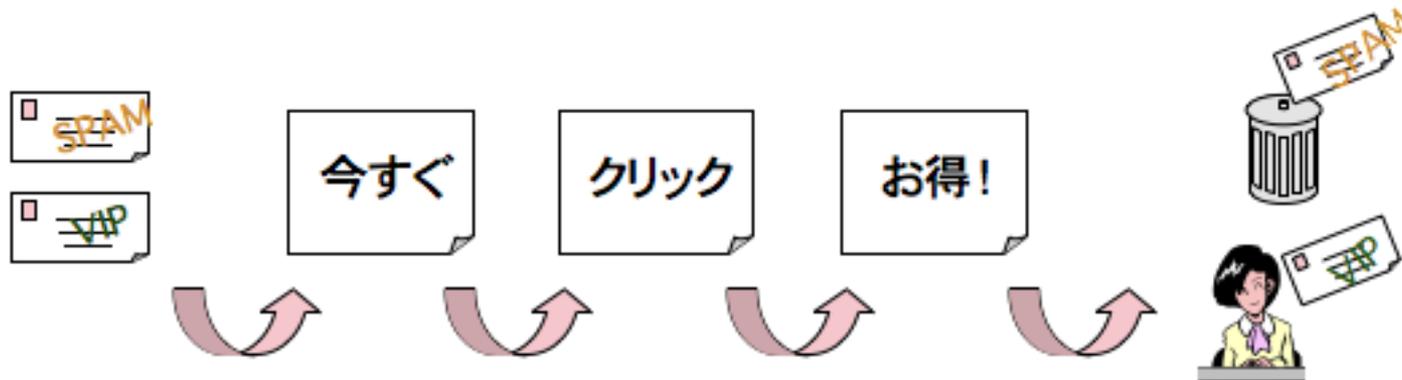
人工知能
(ディープラーニング)

ベイズの定理



$$P(B | E) = \frac{P(E | B) \times P(B)}{P(E)}$$

- $P(E)$ 事象Eが発生する確率
 - $P(B)$ 事象Bが発生する確率 (事前確率, prior probability)
 - $P(E|B)$ 事象Eが起きるための事象Bに至る確率 (尤度)
 - $P(B|E)$ 事象Eが起きた時の (事後確率, posterior probability)
- 事象Bの確率



$P(\text{迷惑})$ $P(\text{今すぐ}|\text{迷惑})$ $P(\text{クリック}|\text{迷惑})$ $P(\text{お得!!}|\text{迷惑})$
 $P(\text{大切})$ $P(\text{今すぐ}|\text{大切})$ $P(\text{クリック}|\text{大切})$ $P(\text{お得!!}|\text{大切})$

$$P(\text{メール}) = P(\text{大切}) + P(\text{迷惑}) = 1$$

- 適切な単語の組み合わせを選ぶこと
- 各単語の出現頻度を正確に知る

$$P(\text{迷惑}|\text{メール}) = \frac{P(\text{今すぐ}|\text{迷惑}) \times P(\text{クリック}|\text{迷惑}) \times P(\text{お得!!}|\text{迷惑}) \times P(\text{迷惑})}{P(\text{メール})}$$

判定精度を上げるために
里安:

$$P(\text{大切}|\text{メール}) = \frac{P(\text{今すぐ}|\text{大切}) \times P(\text{クリック}|\text{大切}) \times P(\text{お得!!}|\text{大切}) \times P(\text{大切})}{P(\text{メール})}$$

$P(\text{迷惑}|\text{メール}) > P(\text{大切}|\text{メール}) \rightarrow$ 迷惑メールと判定する

“インターネット”のこれから？

- ありとあらゆる経済活動のデータがクラウドへ（ビッグデータ）
- ヒトだけでなくモノもデータを収集し蓄積する（IoT）
- デバイス単体の演算性能向上は限界（ムーアの法則の終焉）
- データとデータの関連性を抽出するノウハウが市場を席卷する命綱（情報の寡占化）
- 利便性とプライバシーとセキュリティのバランスが今後はさらに急激に変化していく



なつよ @chinshonatsuyo · Sep 16

中国なう。Google開けないので百度マップ使ってるんだけどUIやばい。控えめに言ってやばい。道路状況がリアルタイムで更新されてて例えば事故だったら車の状況のアイコンがでてタップすると微博と連携して画像上がってくる。警察いるのまでわかる👉すごい.....

Translate from Japanese



なつよ @chinshonatsuyo · Sep 16

ちなみにポイントで監視カメラの状況もリアルタイムで見れて(警察提供) 況わかりやすい!!!! しゅごい!!!!!!

Translate from Japanese



1 77 72



なつよ @chinshonatsuyo · Sep 16

百度マップ
ARでナビしてくれるからリアルポケGO感!!!! 最高

Translate from Japanese



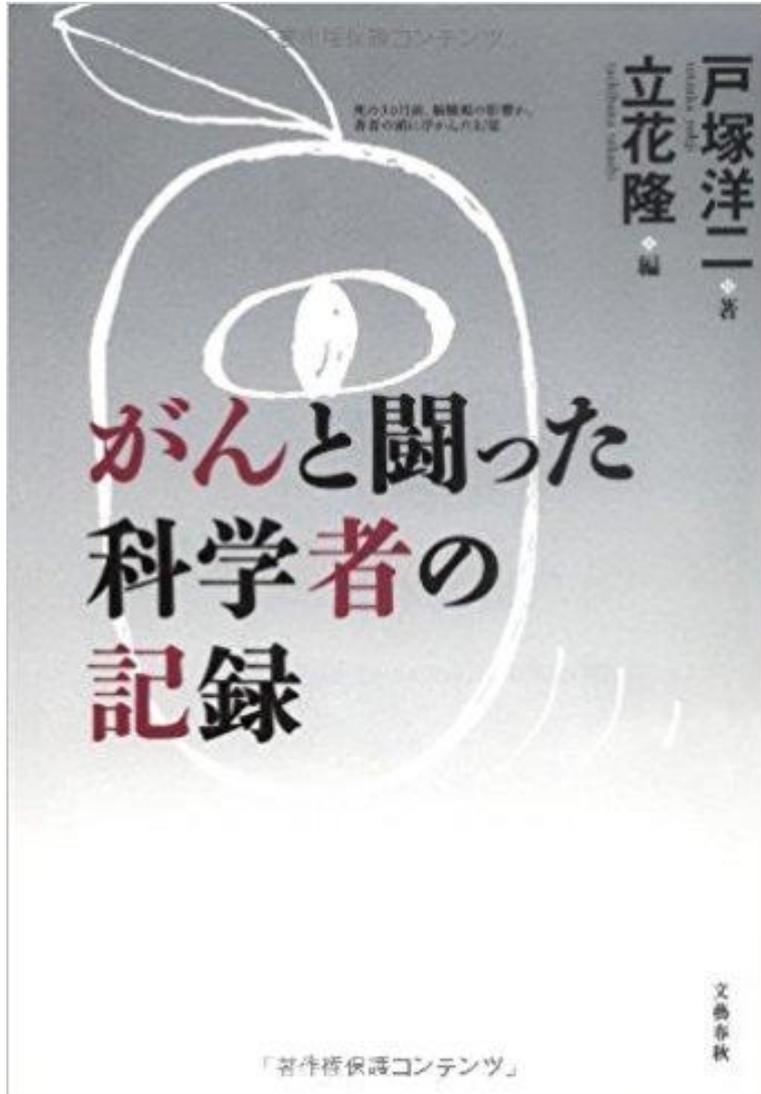
1 292 322

<https://twitter.com/chinshonatsuyo/status/908978089211731971>

<https://twitter.com/chinshonatsuyo/status/908978091686424577>

<https://twitter.com/chinshonatsuyo/status/909029549832204288>

“A Few Months”



- がんを闘う戸塚洋二氏が2007年4月から亡くなる8日前の2008年7月2日まで、自らの闘病の記録をブログに克明に記録
- 立花隆氏が書籍化
- NHKドキュメンタリー「物理学者・戸塚洋二 がんを見つめる」