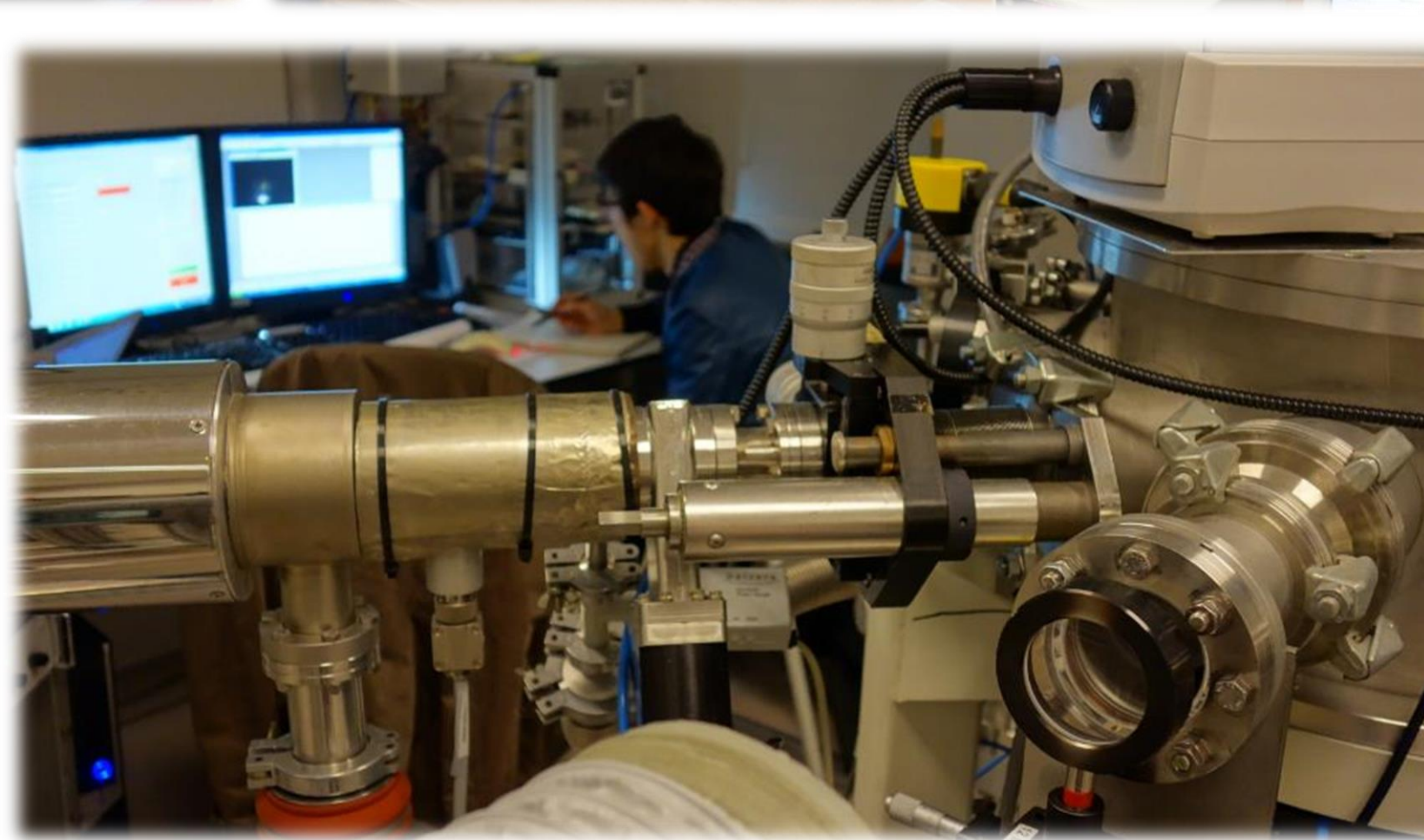
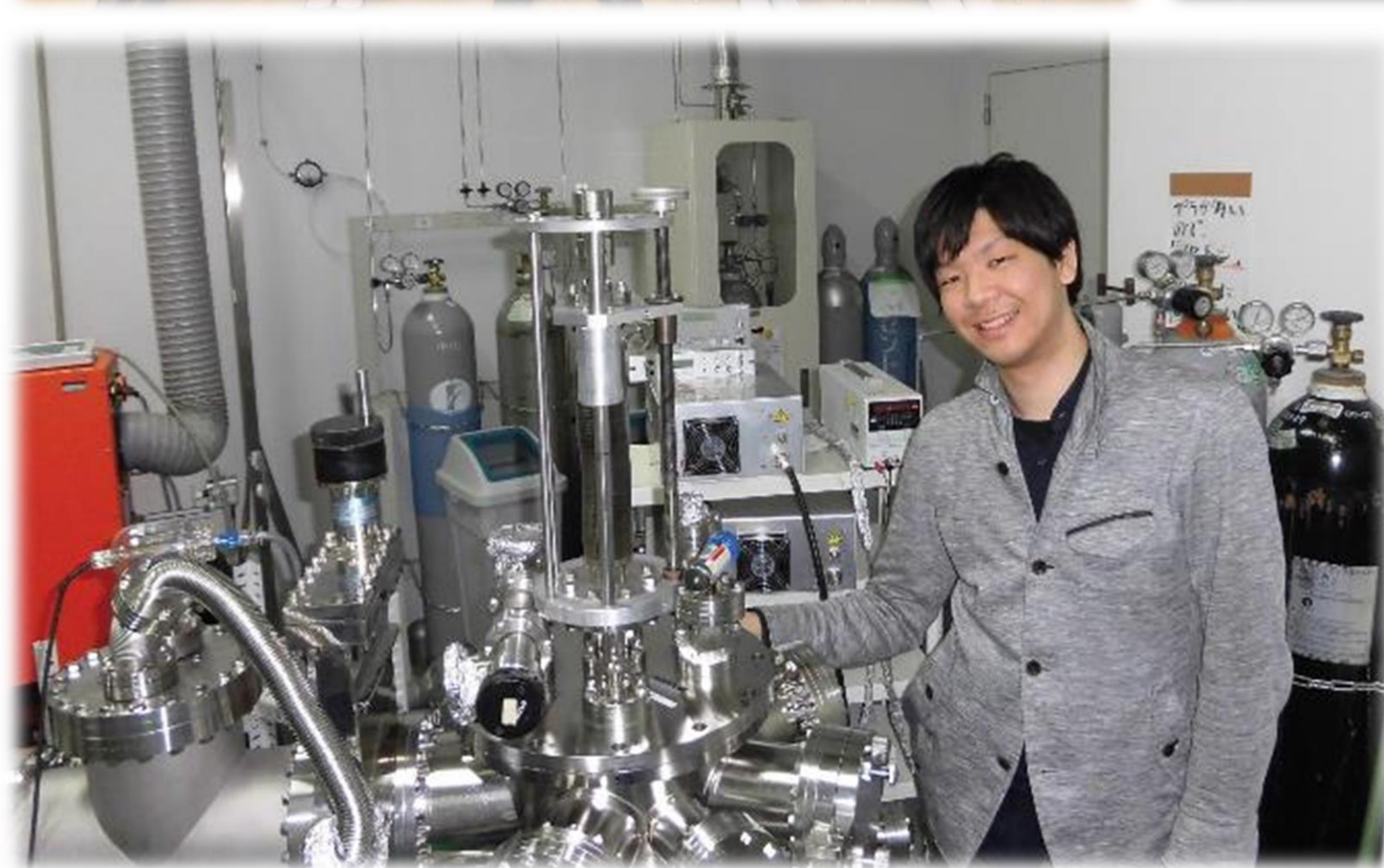




日本大学 理工学部 電子工学科

先端研究紹介



電気電子回路 / センサー系

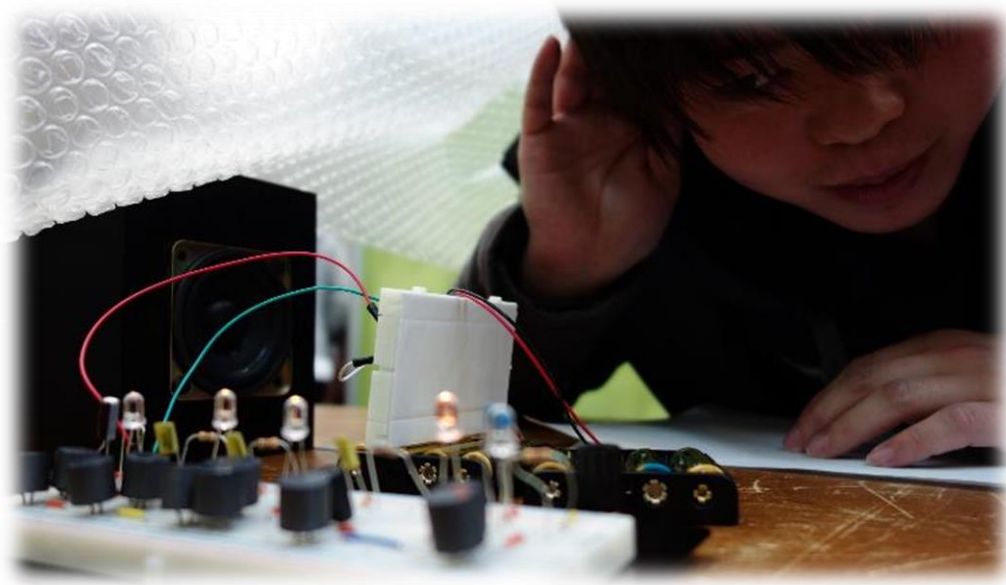
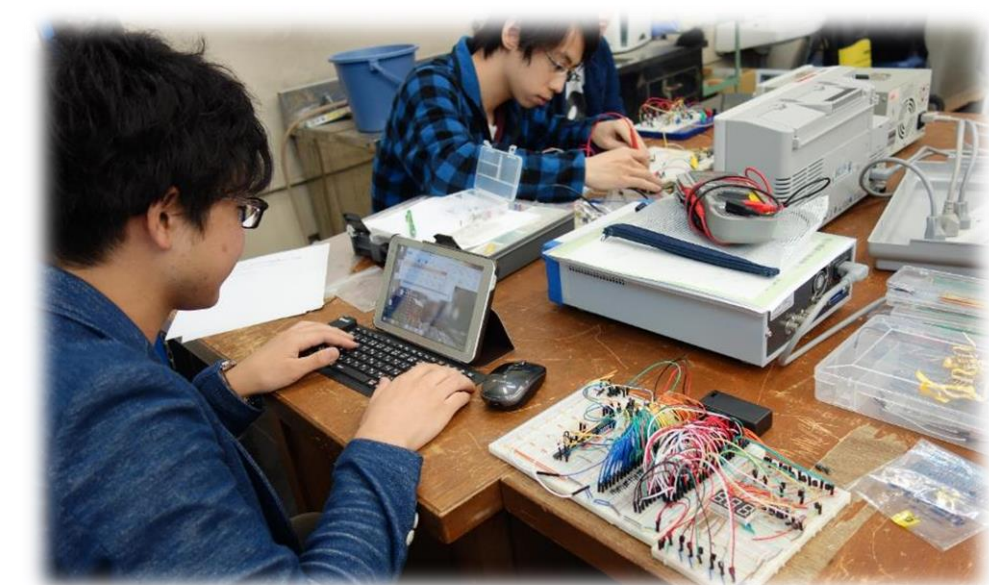
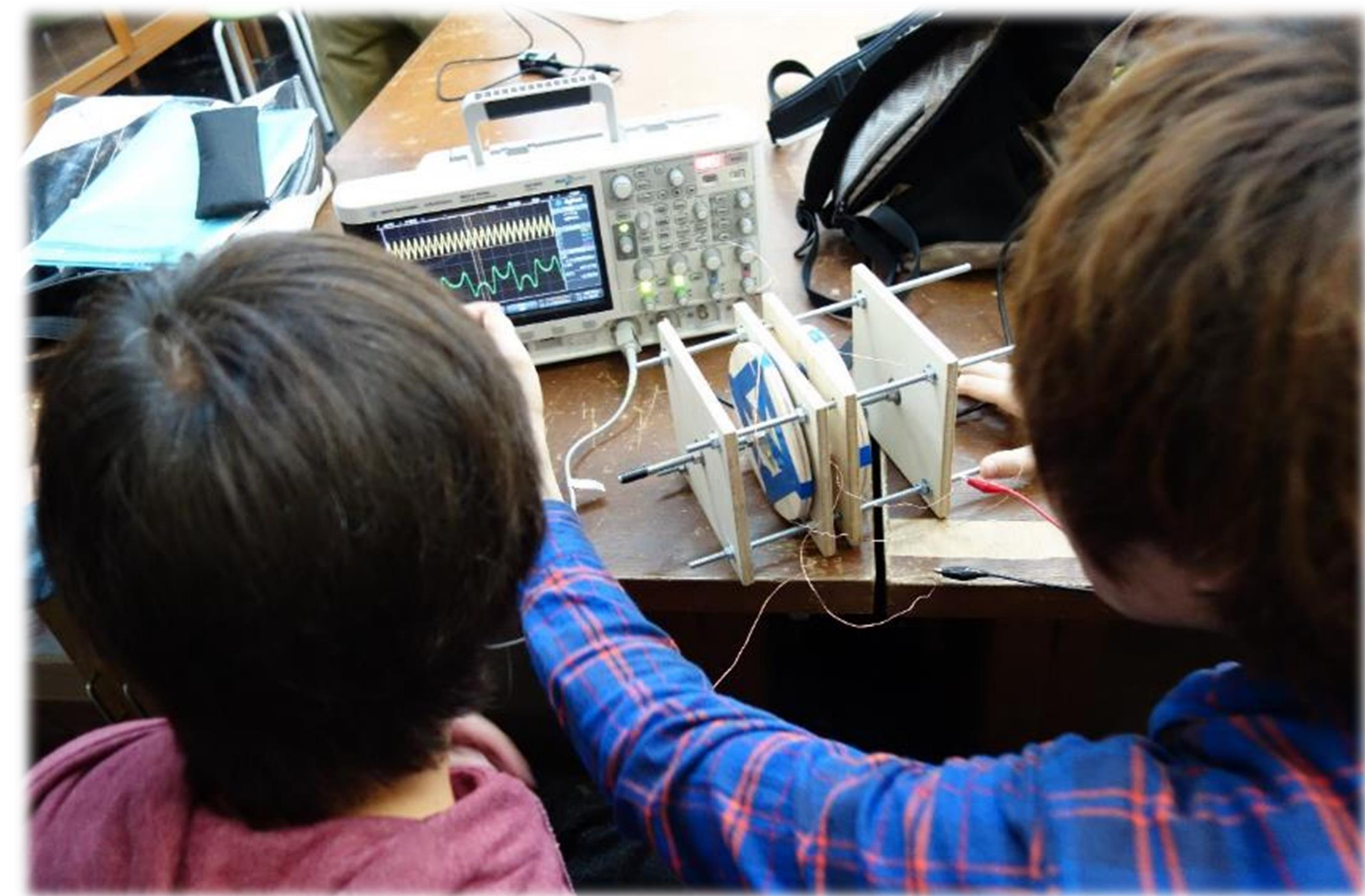
新素材 / 応用物理系

情報処理 / 計算科学系

通信ネットワーク系



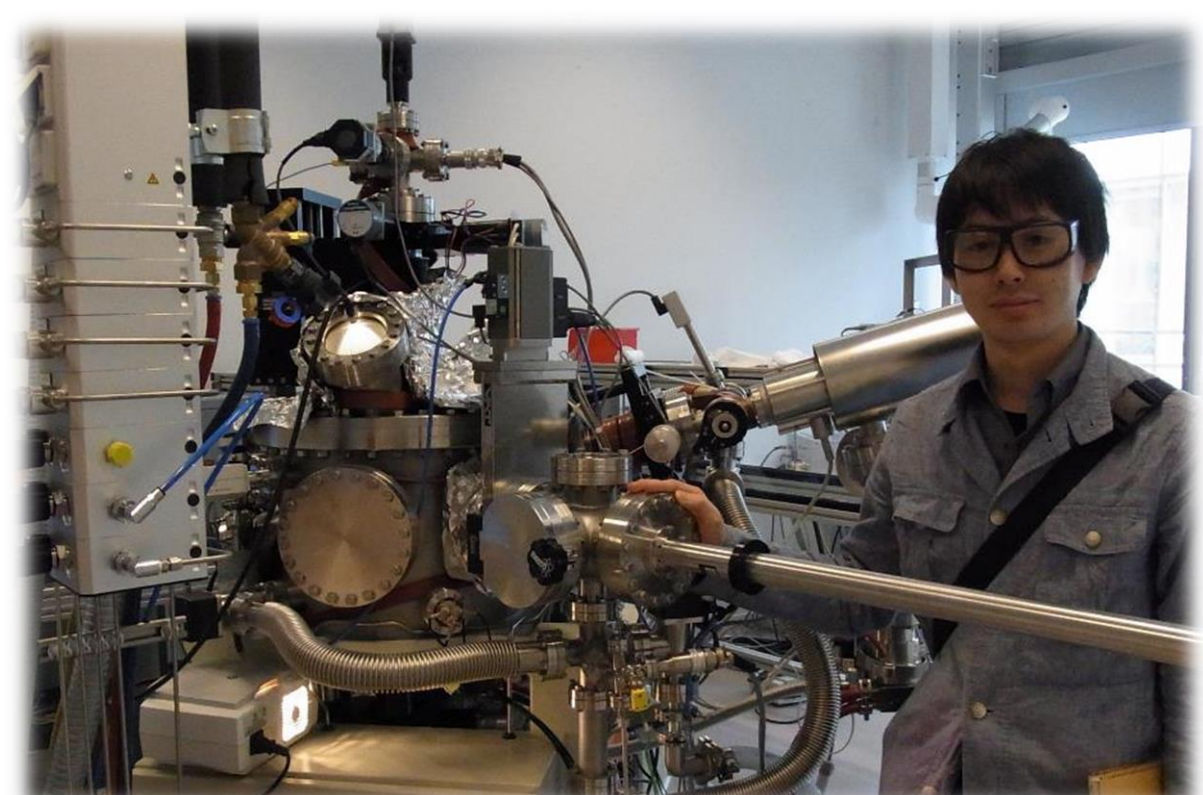
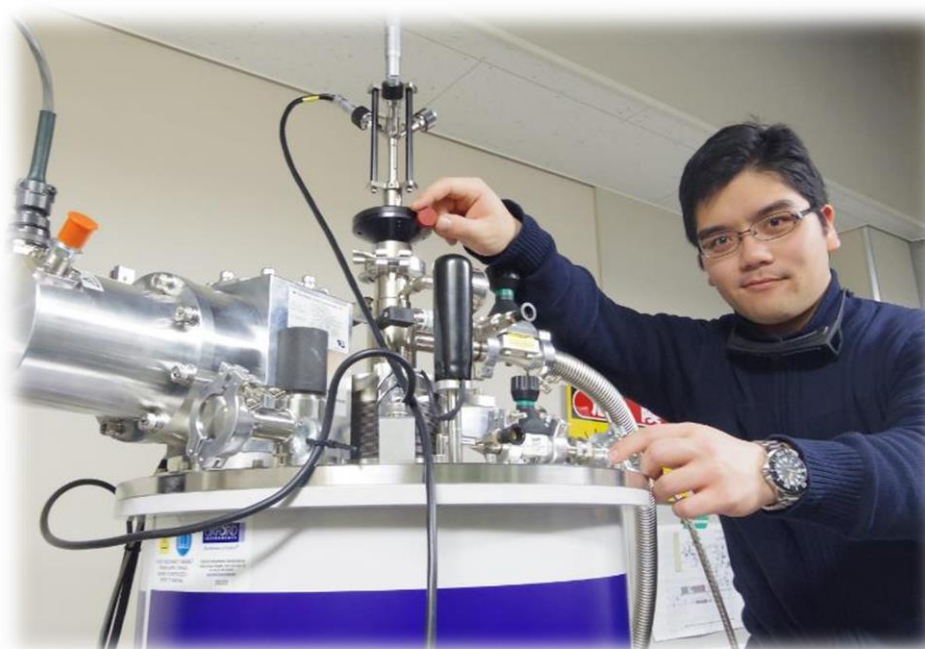
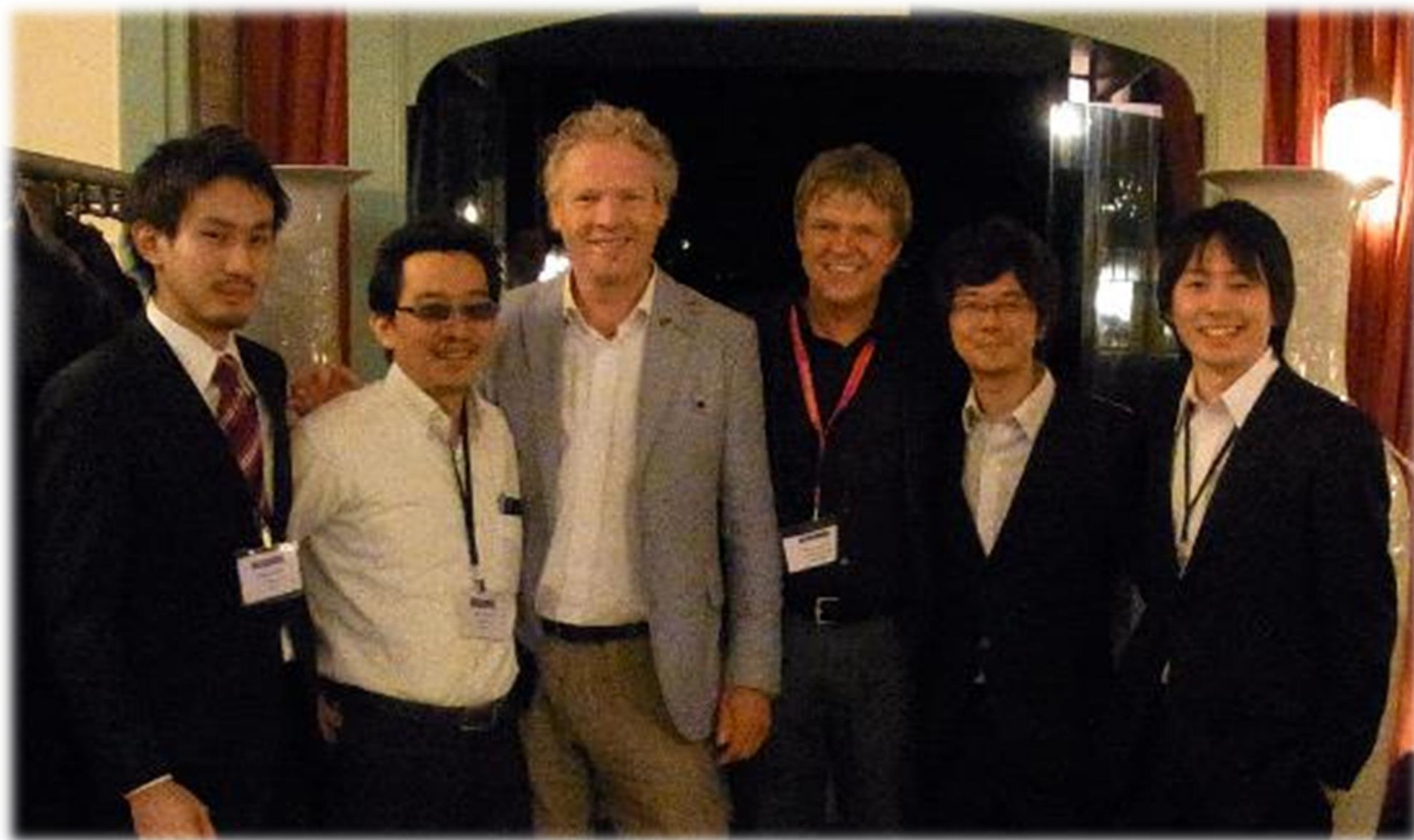
電気電子回路 / センサー系



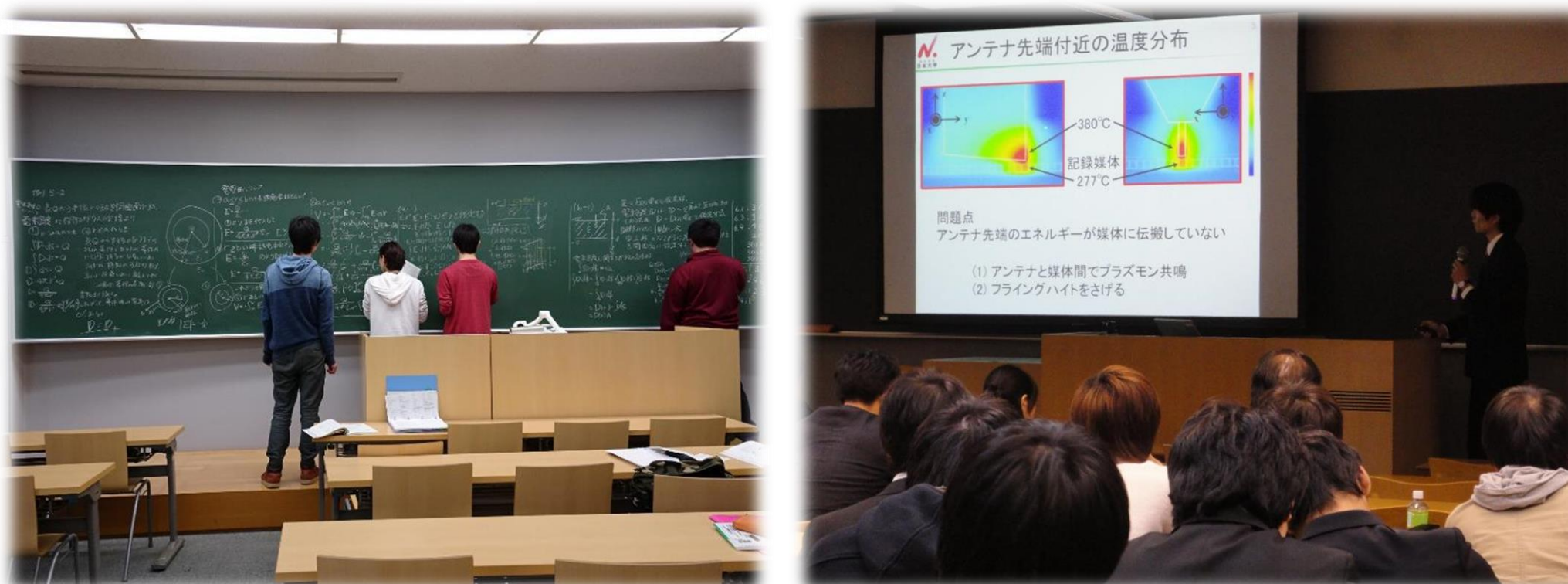
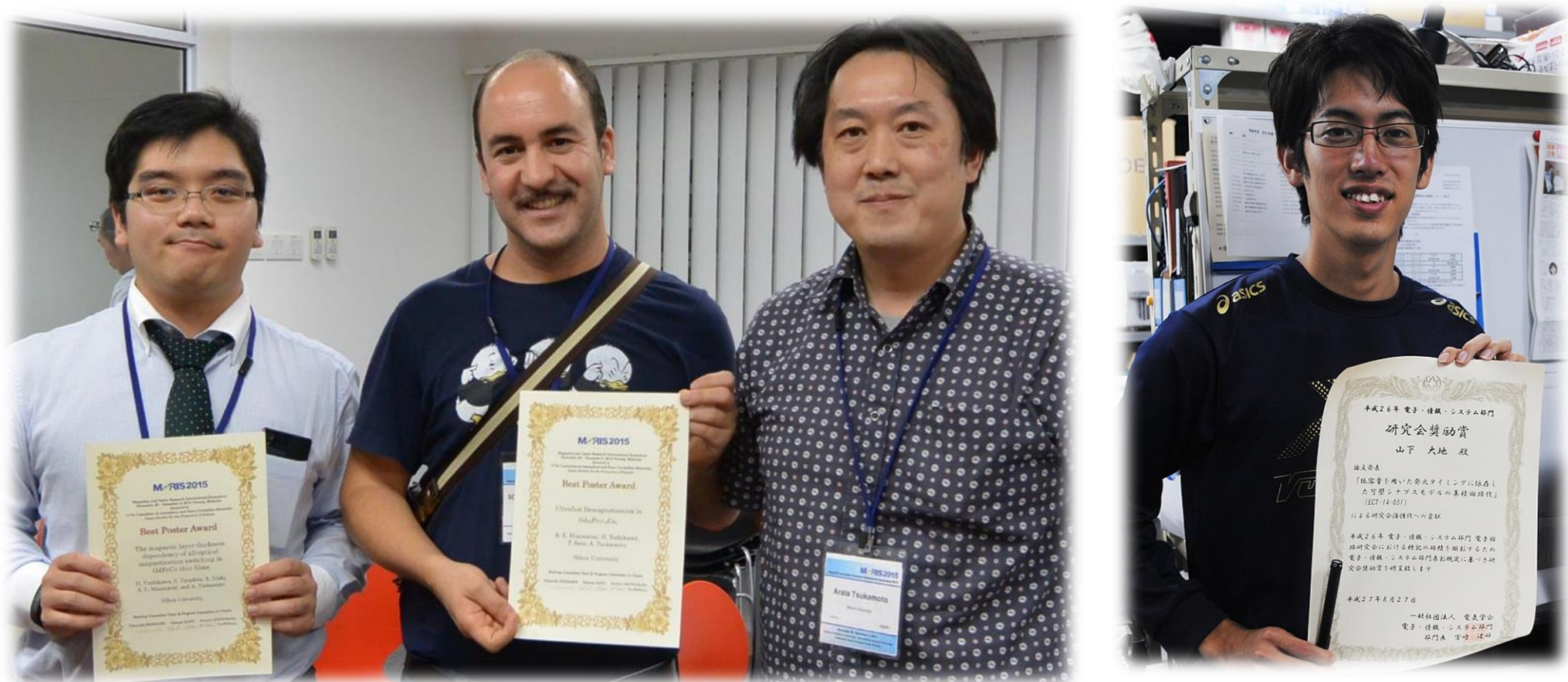
- 人工知能 研究グループ 2
電子回路で脳を創る
- 電子回路/集積回路 研究グループ 3
高性能VLSIを設計する
低ノイズ電子回路をつくる
- 超高速計測 研究グループ 5
小型高性能光源と応用計測システムを探索する
1兆分の1秒のモノサシで電子の世界を観察する
- 超高機能センサー 研究グループ 7
電子の目で巨大津波警報システムをつくる
ナノ領域の情報を得る超微細センサーをつくる
安全・安心な社会をサポートするキーテクノロジーをつくる
地雷探査用匂いセンサーをつくる
コピー機の文字のにじみ防止用の静電気センサーをつくる
- ロボット制御 研究グループ 11
ヒューマノイドロボットを創る
ニューラルネットワークで四足歩行ロボットを制御する

新素材 / 応用物理系

- 光磁気物性 研究グループ 14
超高速ハードディスクをつくる
光で物理特性をあやつる
- 光応用電子工学 研究グループ 15
超大容量ハードディスク、未来の磁気記録方式を確立する
目に見えない光でナノ領域を見る
宇宙までとどく軽く頑丈で柔軟性のある
スーパーダイヤモンドケーブルをつくる
- ナノエレクトロニクス 研究グループ 17
省エネ・省電力の決め手：究極のナノ構造電子デバイスをつくる
原子分子をあやつり新しい応用物理分野を創造する
人類の夢・室温超伝導を実現する
- 有機エレクトロニクス 研究グループ 21
紙のように軽くて薄く曲げられるテレビ、コンピュータをつくる
究極に小さなコンピュータを簡単につくる
- 半導体エレクトロニクス 研究グループ 22
宇宙放射線からコンピュータを守る



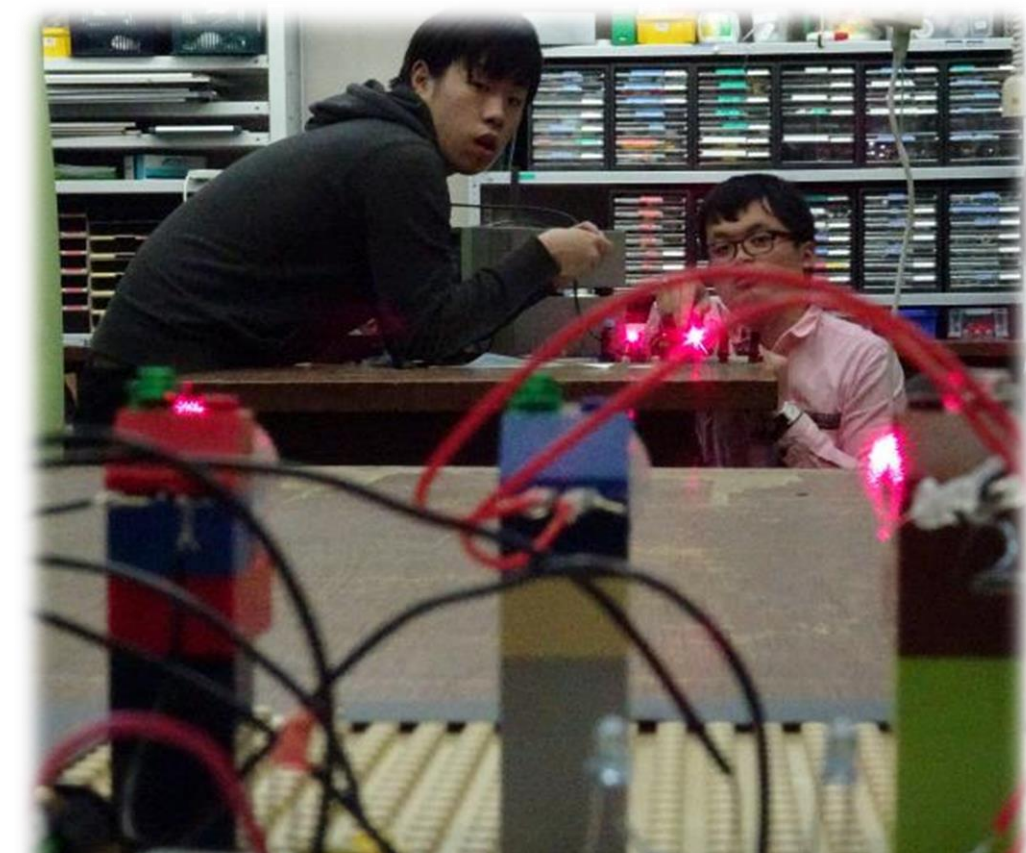
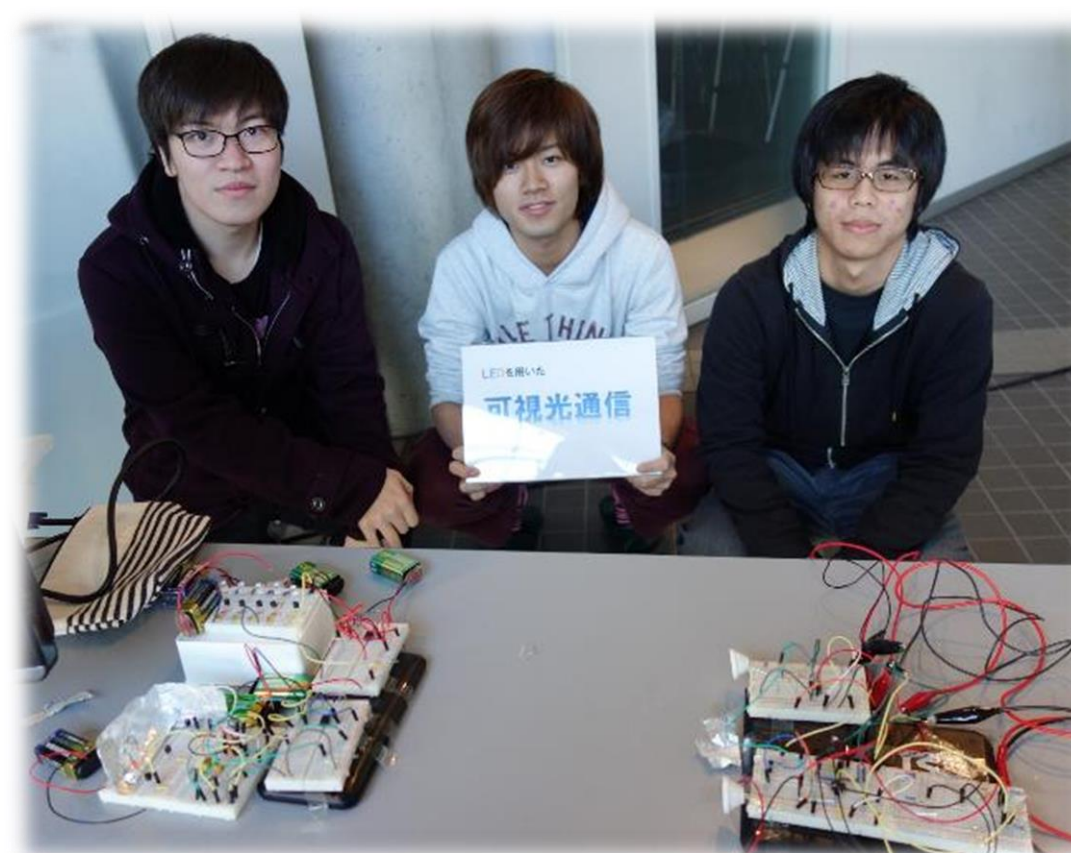
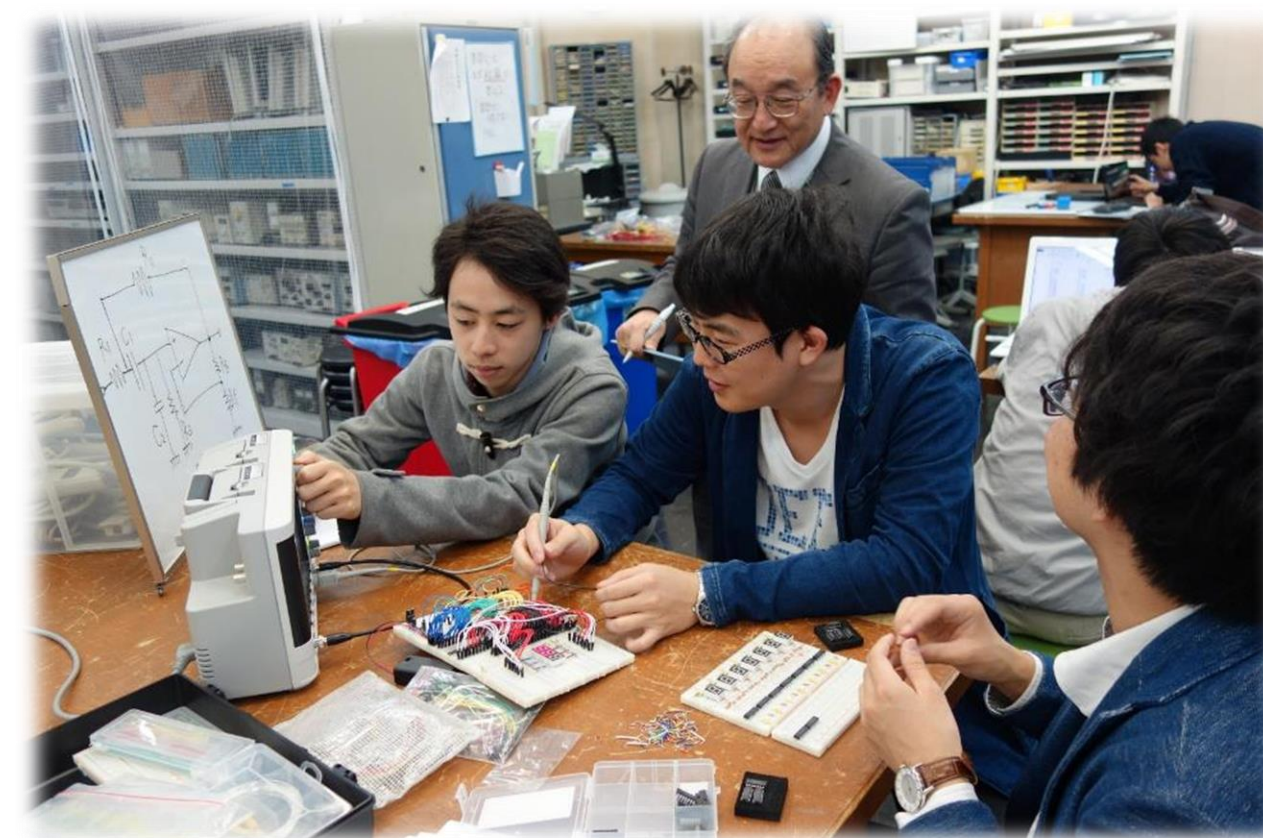
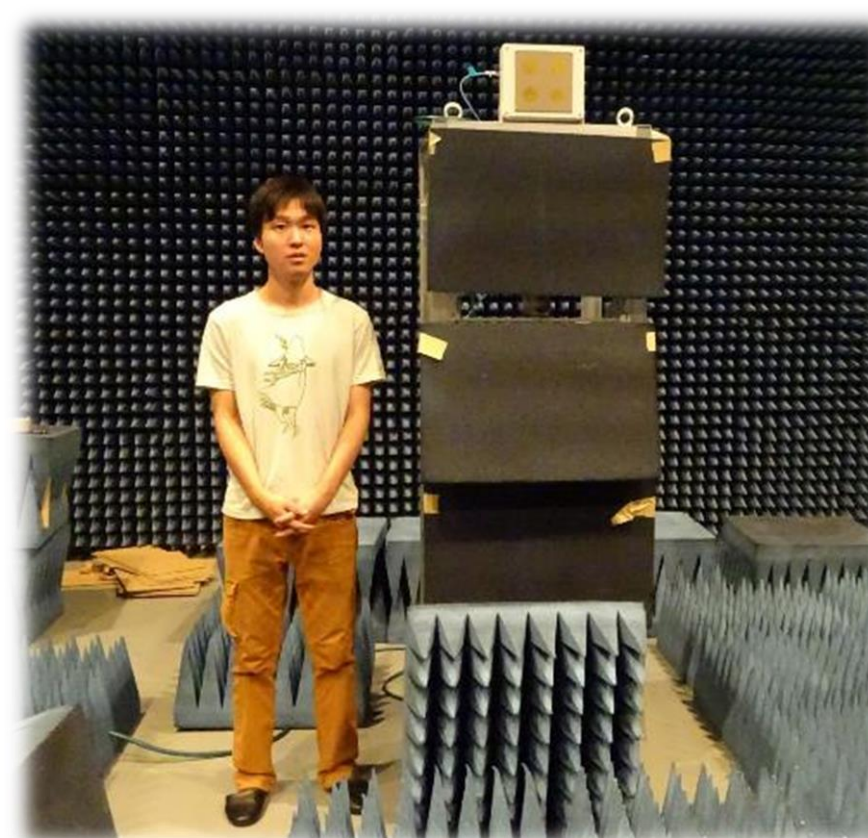
情報処理 / 計算科学系



- 生体情報 研究グループ 24
生体信号を処理し診断を支援するシステムをつくる
ニューロン間の情報処理を解き明かす
- 画像情報 研究グループ 25
医用画像/3次元画像処理による診断支援システムをつくる
画像解析、パターン認識により有用情報の自動識別/検出を行う
- デバイスシミュレーション 研究グループ 26
高感度MEMS水晶センサの加工シミュレーション
電子の動きを可視化し高信頼システムをつくる
- 物理シミュレーション 研究グループ 28
新素材を設計し物理特性をシミュレーションする
超短時間での原子/電子の振舞をシミュレーションする
- 電波解析シミュレーション 研究グループ
目に見えない電波の伝わり方をシミュレーションする

通信ネットワーク系

- 電波応用 研究グループ 31
次世代携帯端末の評価を行える電波暗箱をつくる
- 衛星発電システム 研究グループ 32
宇宙で電気を作り地球へ送る
- 衛星搭載アンテナ 研究グループ 33
コンパクトに収納できる展開アンテナをつくる
高性能アンテナで宇宙から地球環境を見守る
- M2M 研究グループ 35
2020年通信網技術を知り、測定・応用技術を創る
「もったいない」精神で省エネをサポート
- 高安定通信 研究グループ 36
周波数帯域を有効利用する
もっと高速で途切れないスマートフォンをつくる



電気電子回路 / センサー系

■ 人工知能 研究グループ

電子回路で脳を創る

■ 電子回路/集積回路 研究グループ

高性能VLSIを設計する

低ノイズ電子回路をつくる

■ 超高速計測 研究グループ

小型高性能光源と応用計測システムを探索する

1兆分の1秒のモノサシで電子の世界を観察する

■ 超高機能センサー 研究グループ

電子の目で巨大津波警報システムをつくる

ナノ領域の情報を得る超微細センサーをつくる

安全・安心な社会をサポートするキーテクノロジーをつくる

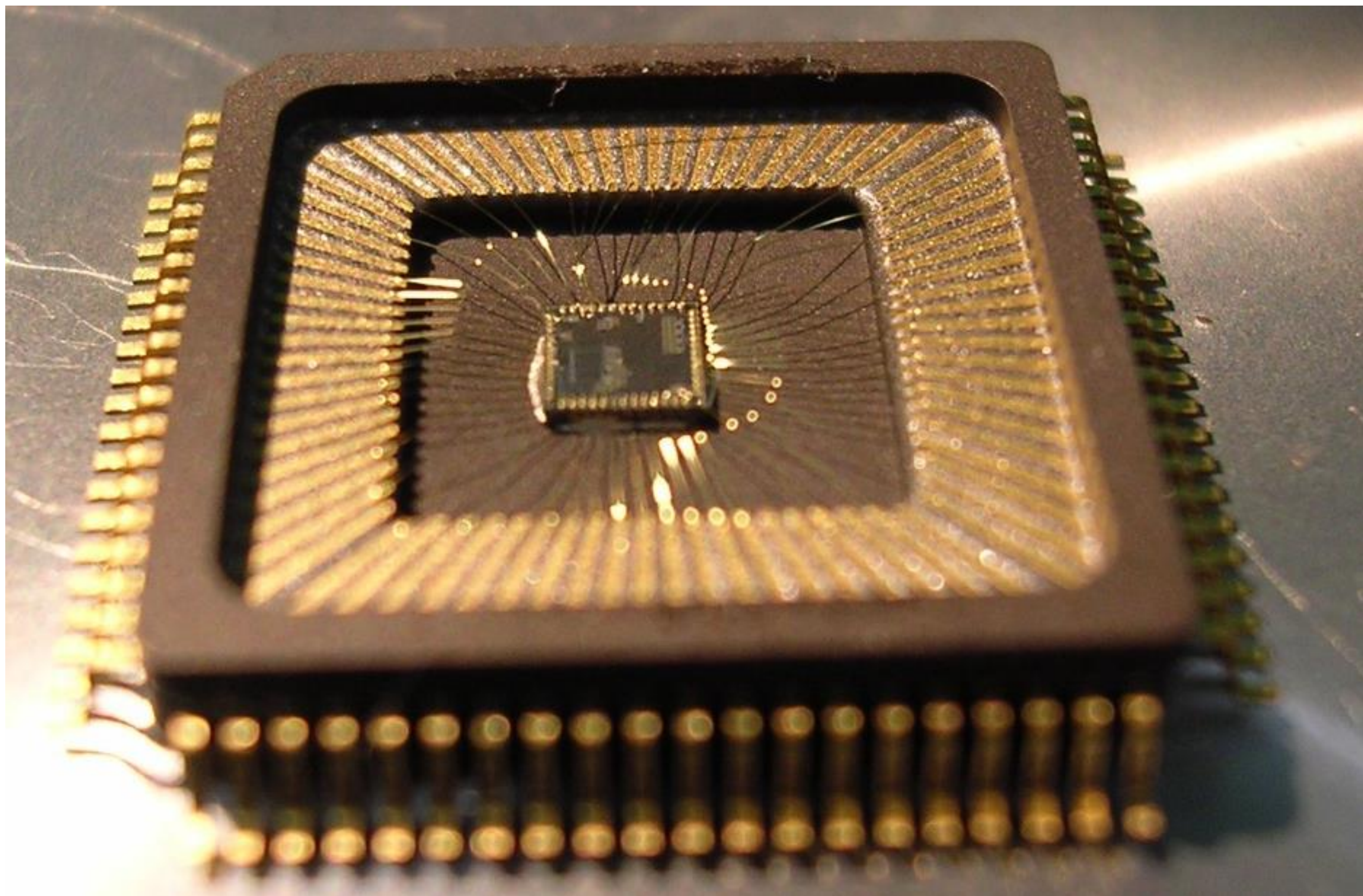
地雷探査用匂いセンサーをつくる

コピー機の文字のにじみ防止用の静電気センサーをつくる

■ ロボット制御 研究グループ

ヒューマノイドロボットを創る

ニューラルネットワークで四足歩行ロボットを制御する



人工知能研究グループ

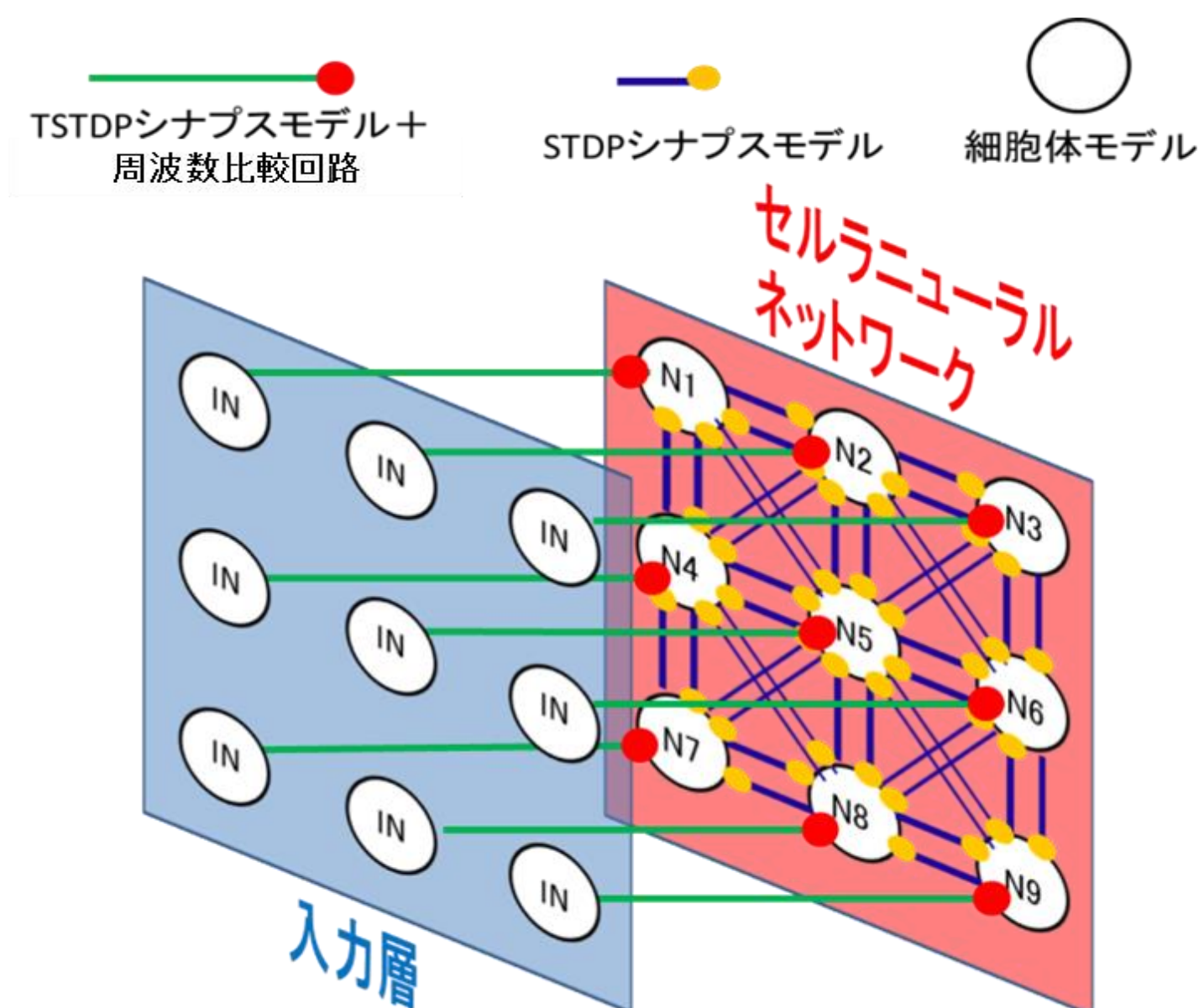
～電子回路で脳を創る～

人間の脳は、学習、認識が得意で、知能を持ちます。それに対して、現在のコンピューターは、決められた通りに処理することは、得意ですが、自ら学んで処理することは非常に苦手です。

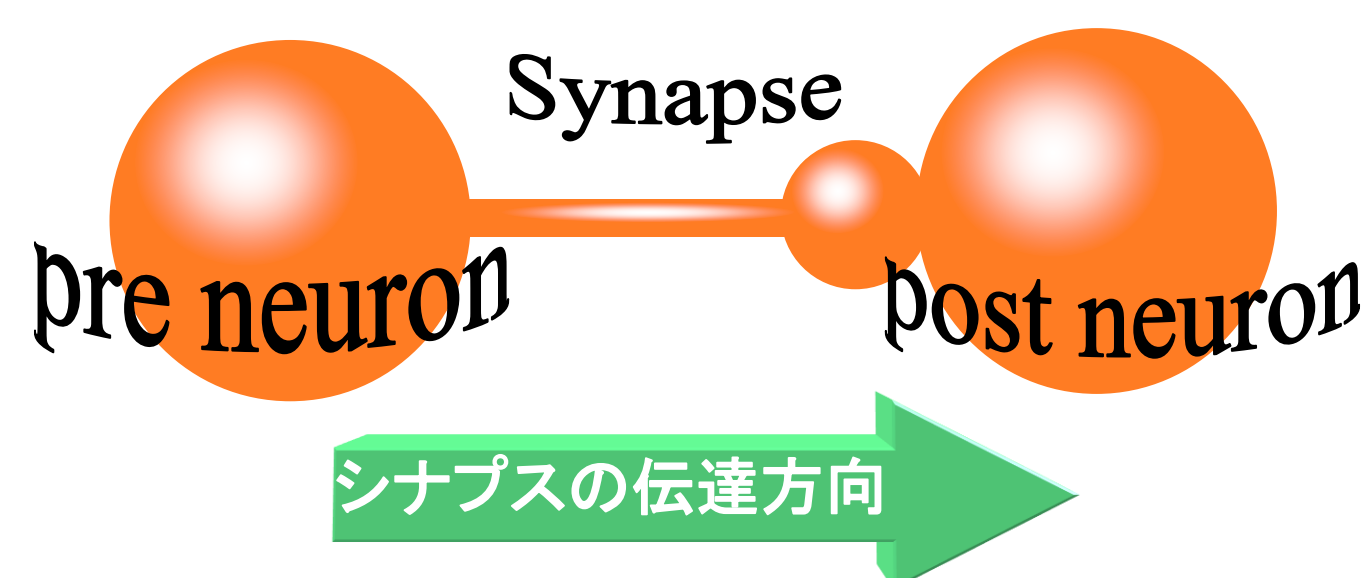
今後、例えば人間をサポートできる機械を作るためには、認識、予測、学習、記憶が可能であり、知能を持つシステムを作る必要があります。

そこで我々は、人間の脳を手本とし、電子回路を使って、脳のモデルを作り、ICチップに搭載し、人工知能を構築することを目的として研究を行っています。

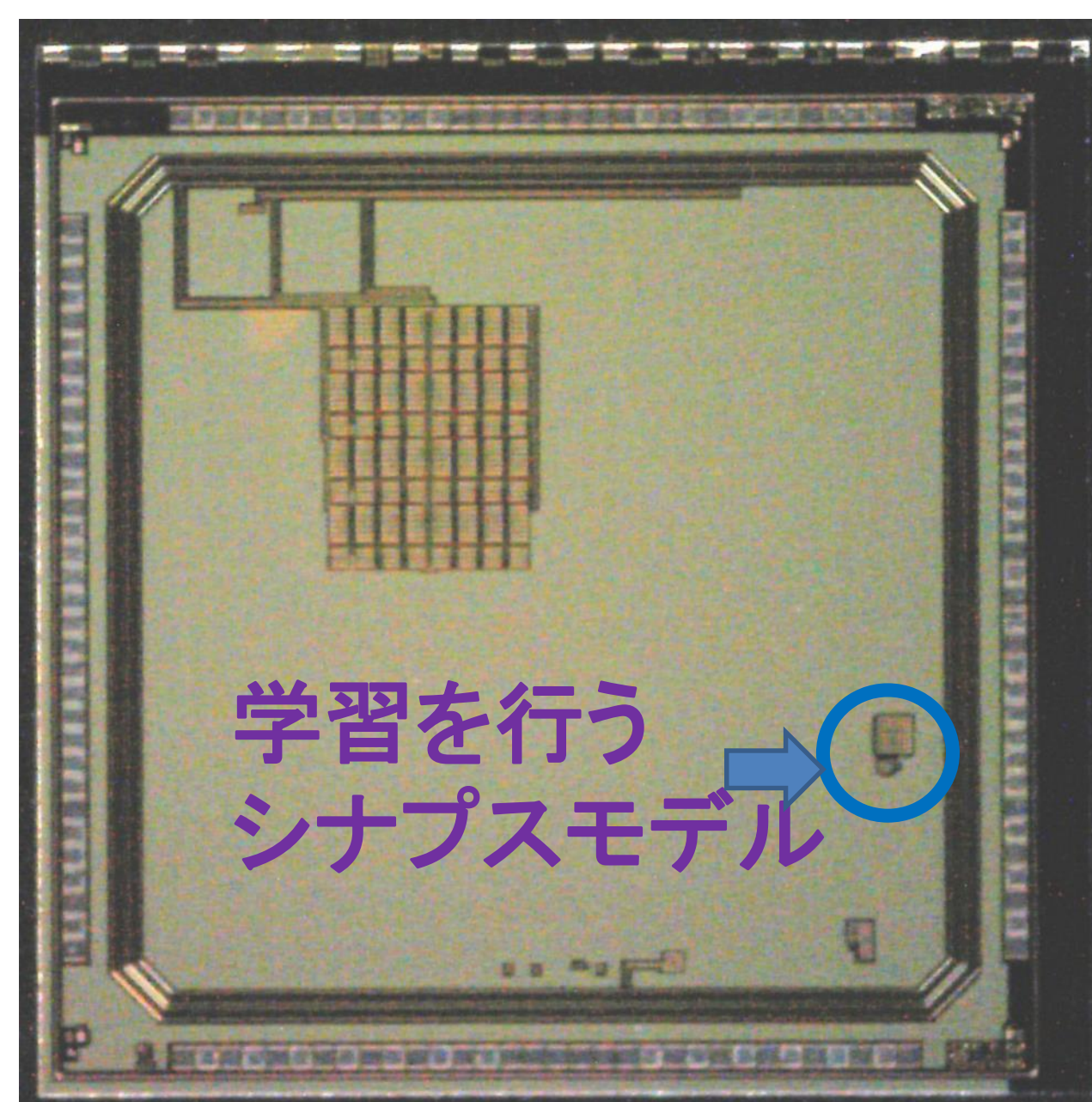
特に、生体で確認された学習を司る現象を再現できる電子回路を提案し、ICチップ化を行い生体と定性的に同様な特性が得られることを確認しています。このモデルをネットワーク化することでパターン認識への応用を検討しています。



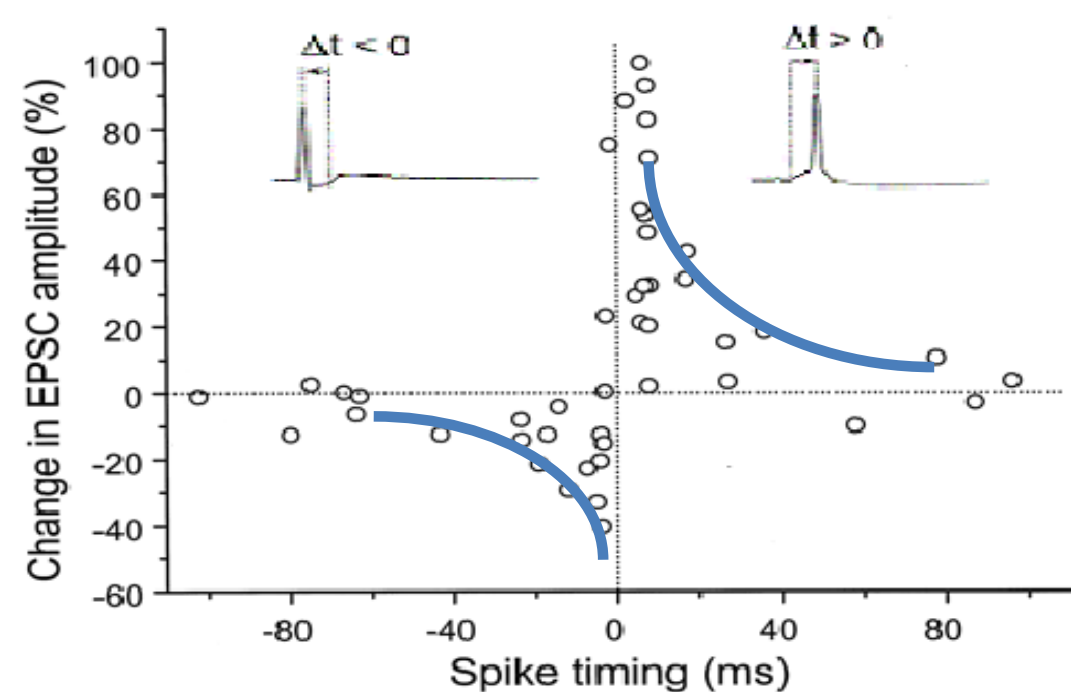
パターン認識を行うニューラルネットワーク



細胞体(ニューロン)モデルの接続模式図

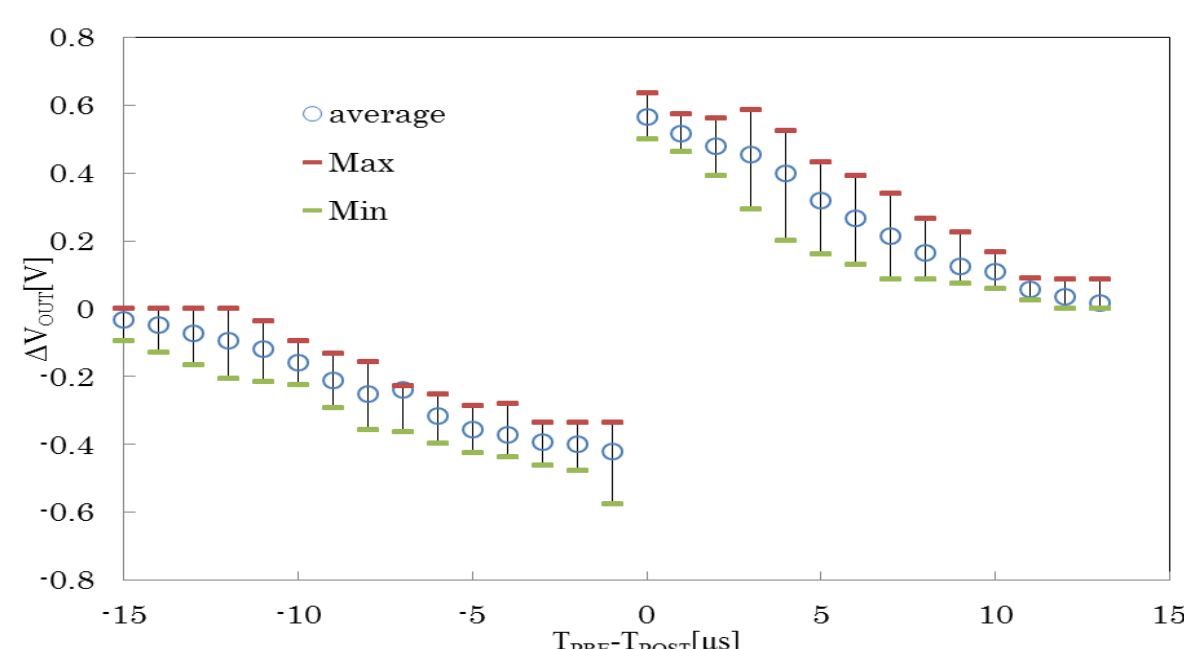


学習を行うシナプスモデルのICチップ

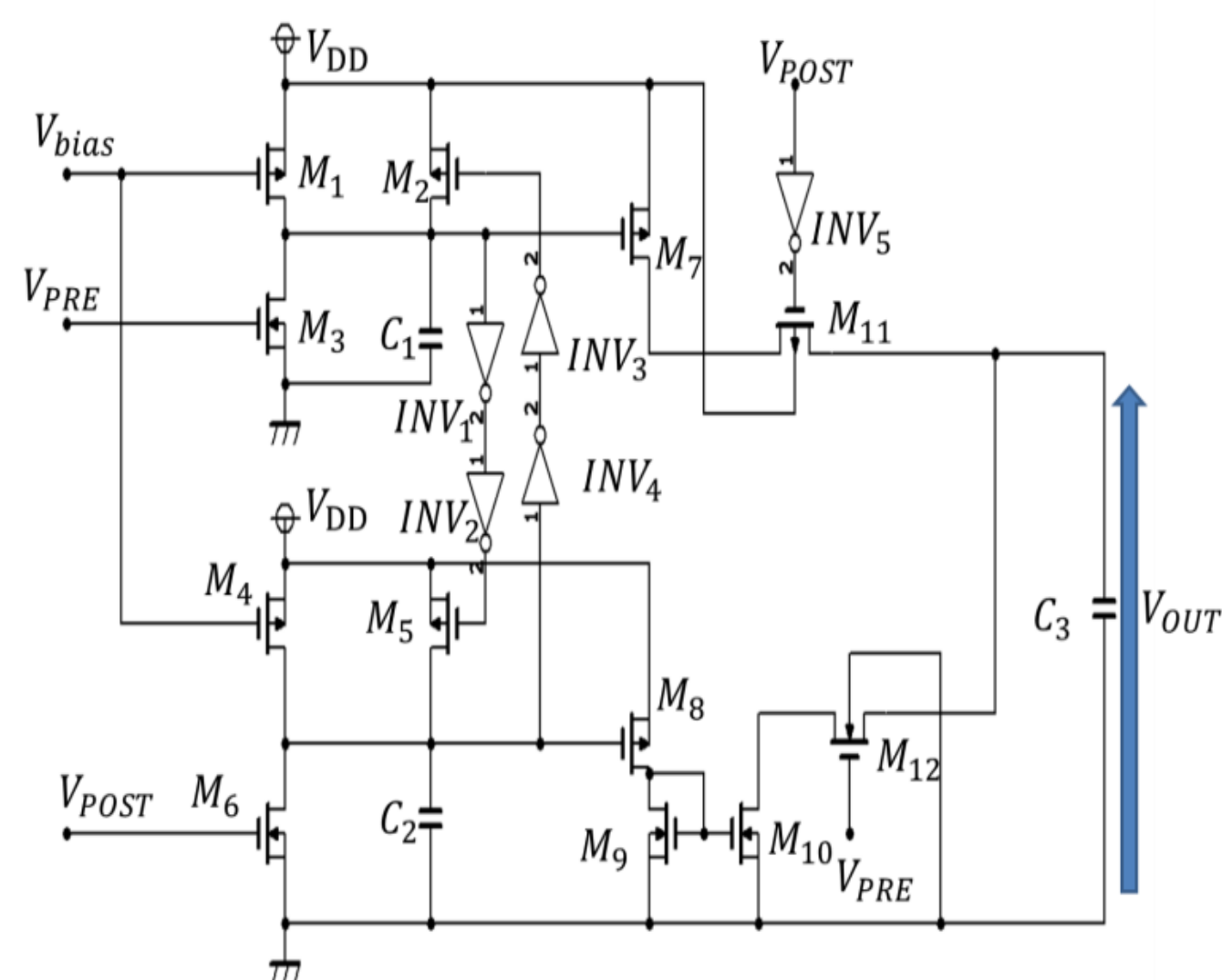


Bi&Poo, The Journal of Neuroscience(1998)

生理学実験データ



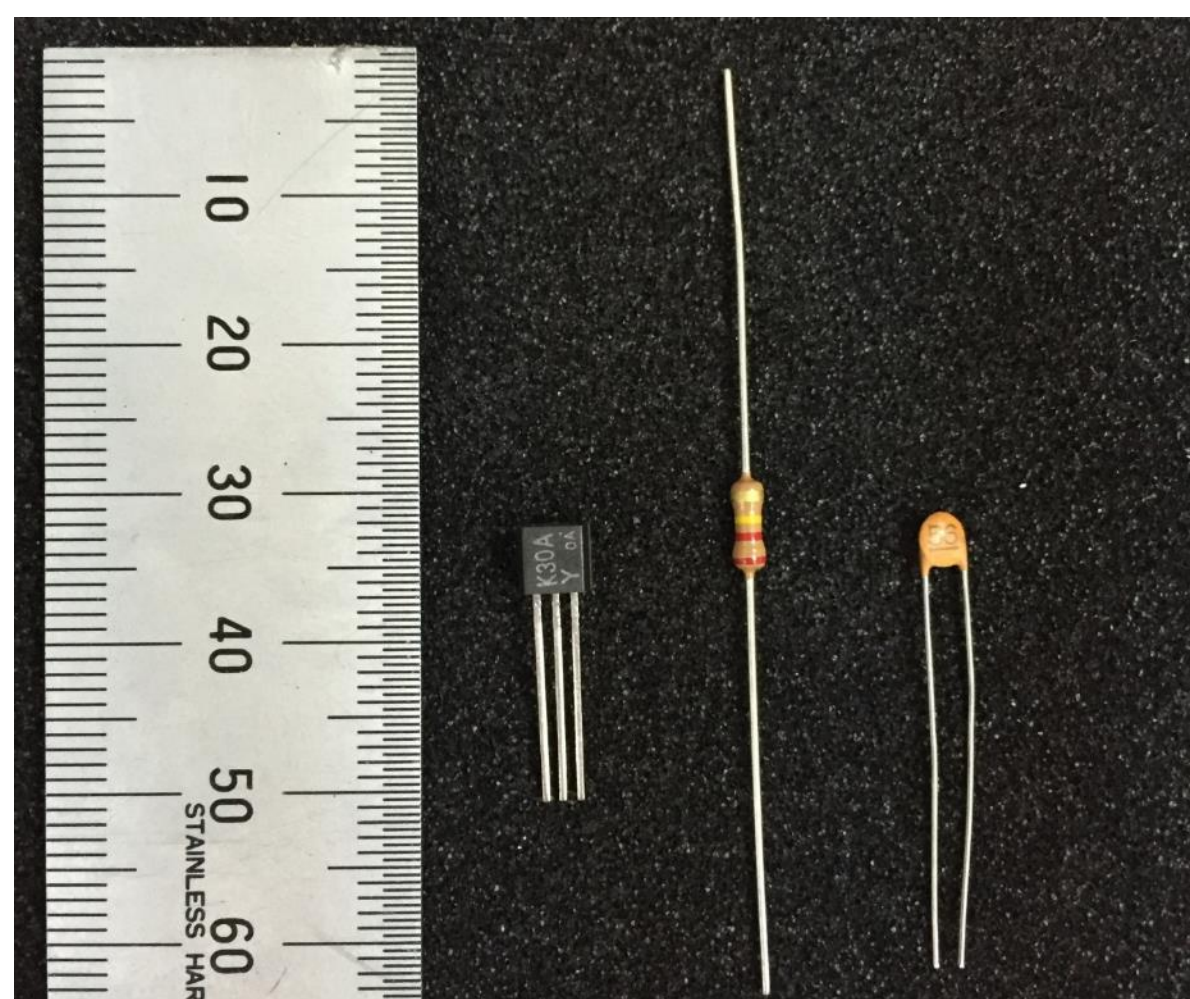
ICチップの特性



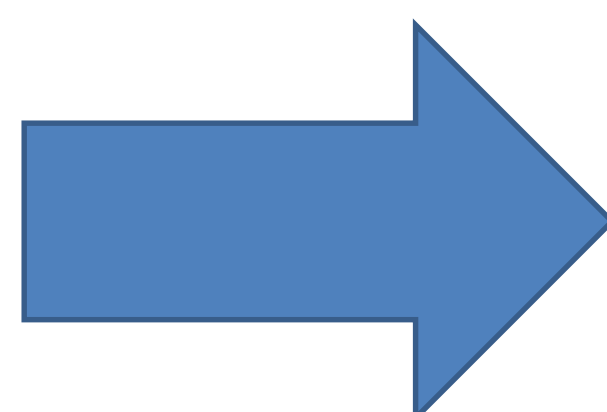
学習を行うシナプスモデルの回路図

電子回路/集積回路研究グループ

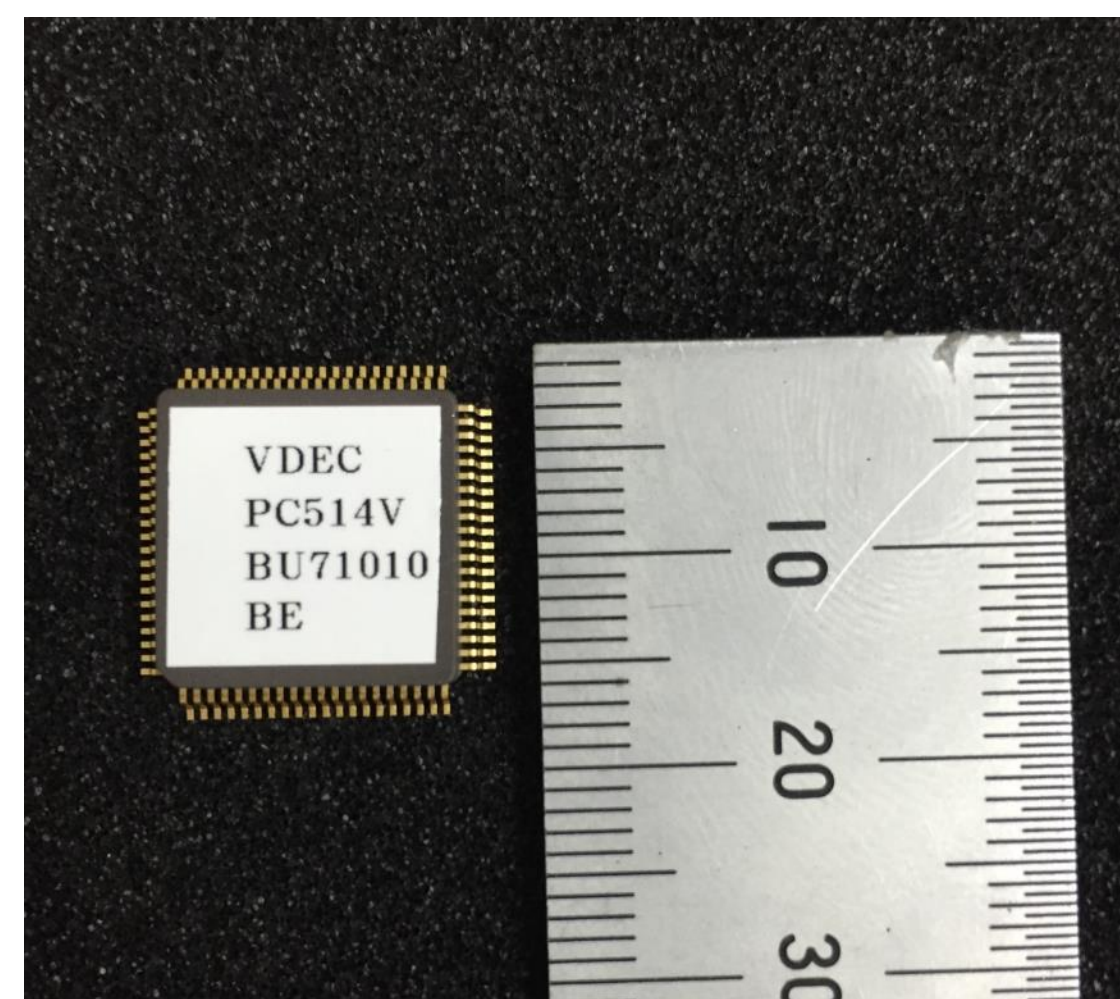
～高性能VLSIを設計する～



回路素子



回路素子を
何万個も詰め込む

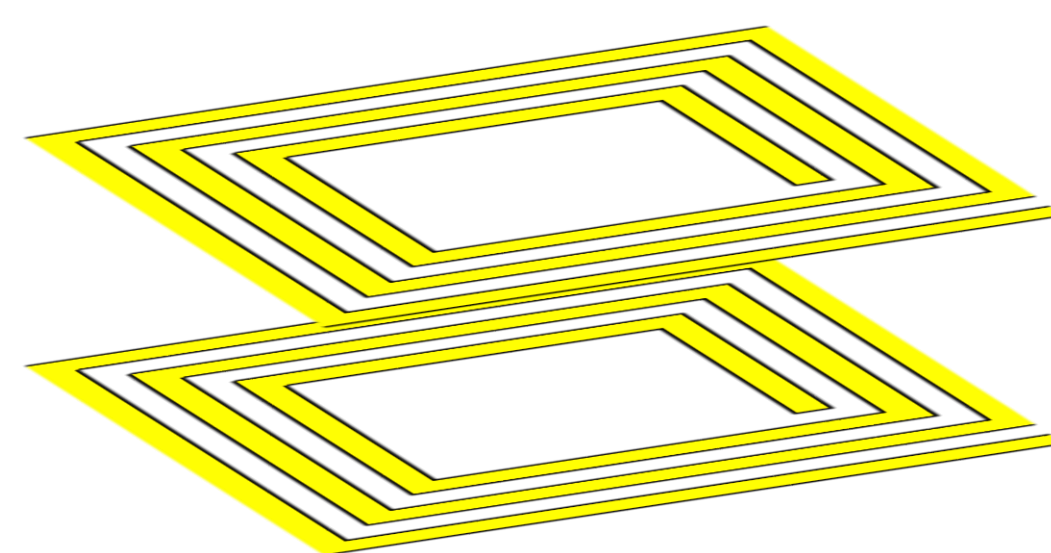


集積回路

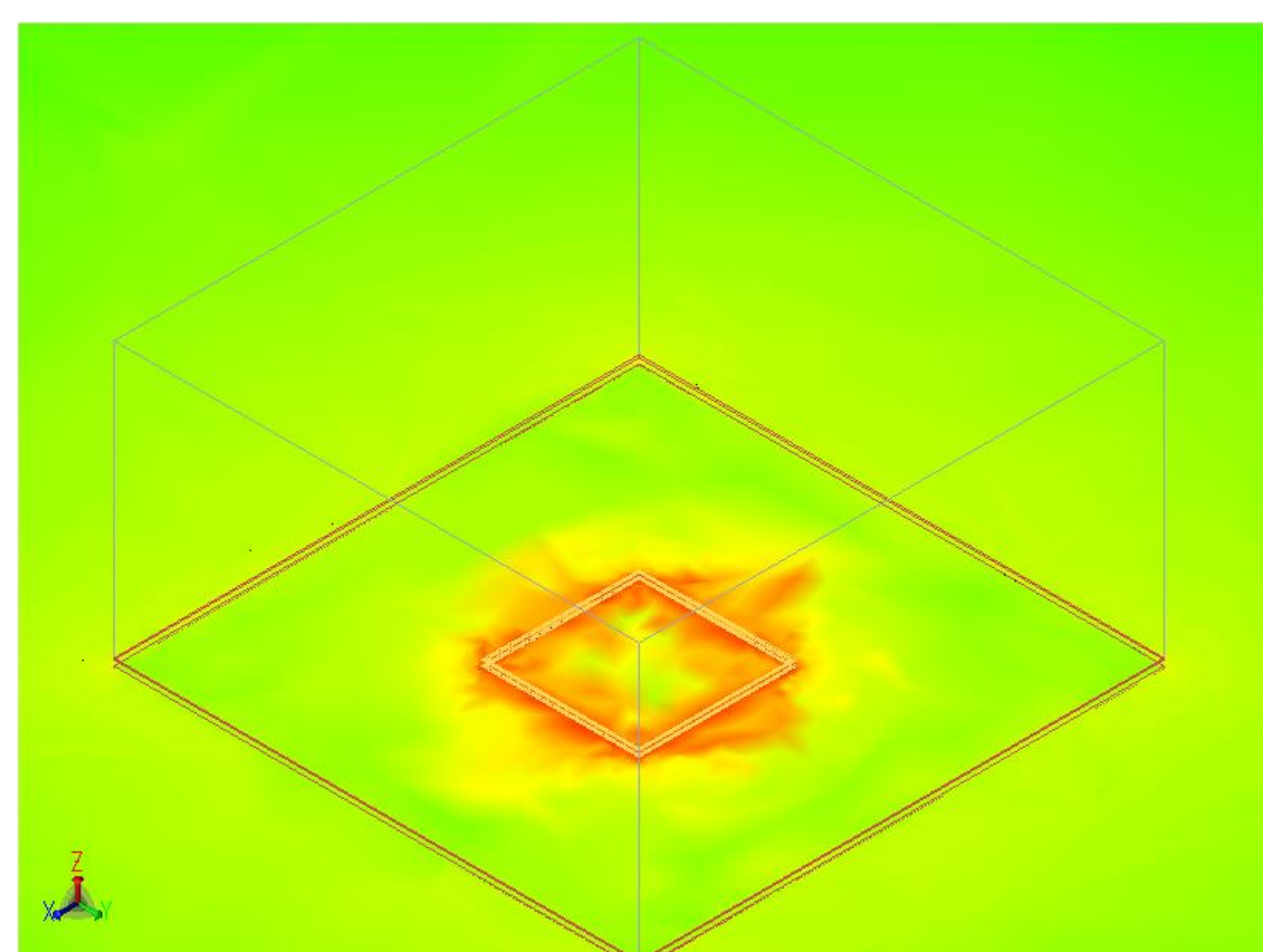
身の周りの携帯機器やコンピュータといった機器には集積回路が多く用いられ、いかに小さいサイズで高いパフォーマンスを発揮するかが重要となります。しかし、回路の集積化が発達した現在、回路面積をさらに小さくすることが難しくなっています。そこで、集積回路を縦方向に積み上げることで面積を削減し、パフォーマンスの向上を図ることが可能となります。

右の図は、上下の集積回路間で無線通信を行うためのアンテナを示しています。また、超短距離通信アンテナを用いることで、集積回路間だけでなく各種センサと信号処理部分との接続も可能となります。

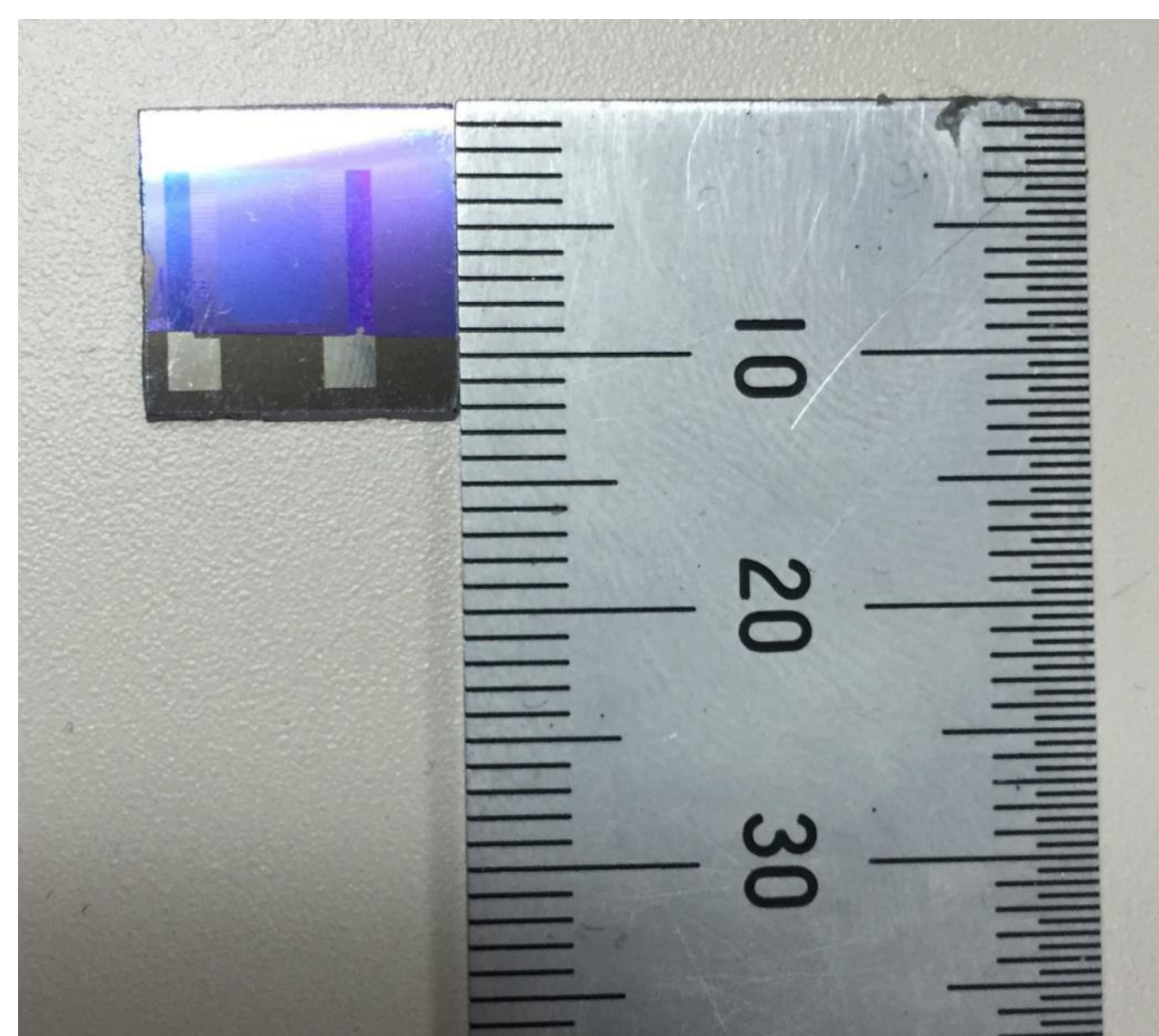
我々は集積回路の微細加工技術を用い気体センサを作製しており、超短距離無線通信技術を用いることで劣化したセンサの交換も容易となります。



超短距離通信アンテナ



超短距離通信アンテナの電磁界分布



我々の作製した気体センサ

電子回路/集積回路研究グループ

～低ノイズ電子回路をつくる～

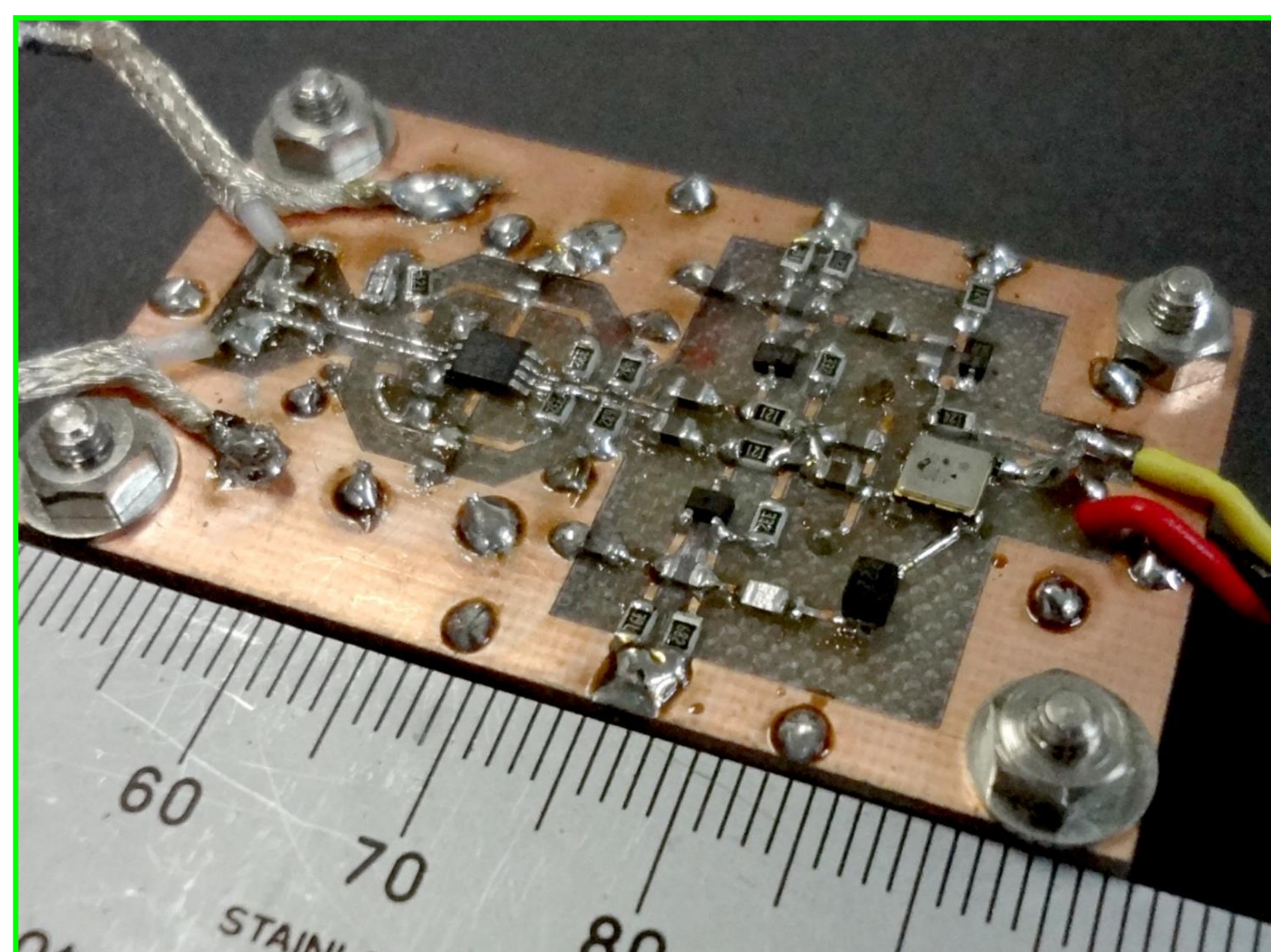
近年、省エネルギー化の要求やスマートフォンのバッテリー持ち時間の増加など、いかに少ない電力で電子回路を動作させるかということが重要な課題となっています。

回路が消費する電力を下げる最も簡単な方法は、電子回路を動作させる電圧・電流を下げることですが、回路内の信号が小さくなるため、外部からのノイズによって誤動作の原因となるほか、その回路自身から出てくるノイズの影響も無視できなくなってきました。特に各種センサーなど微弱なアナログ信号の変化を取り扱う場合や、コンピュータ内部の超高速なデジタルデータ伝送において問題になります。

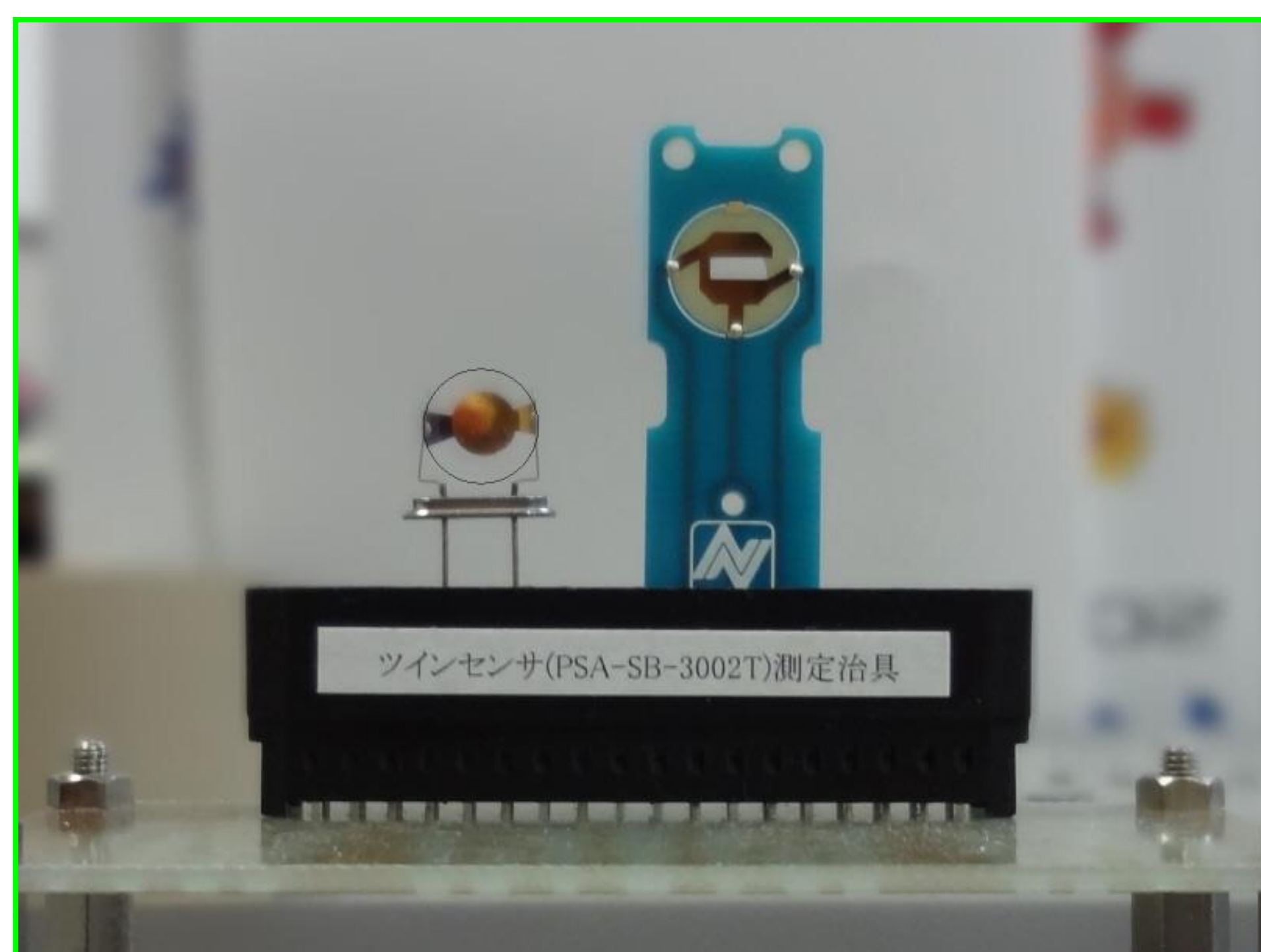
我々はノイズキャンセリング技術を用いて耐ノイズ性に優れた電子回路、ノイズを外部に出さない電子回路の開発をおこなっているほか、アナログーデジタル変換器(AD-converter)と計算機を用いた信号処理を行うことで、完全にノイズに埋もれた信号の中からノイズを除去し、必要な信号のみを抽出可能にする研究しています。



耐ノイズ性・耐ノイズ放射性を持った
高速デジタルデータ伝送の信号線



超低雑音水晶発振器



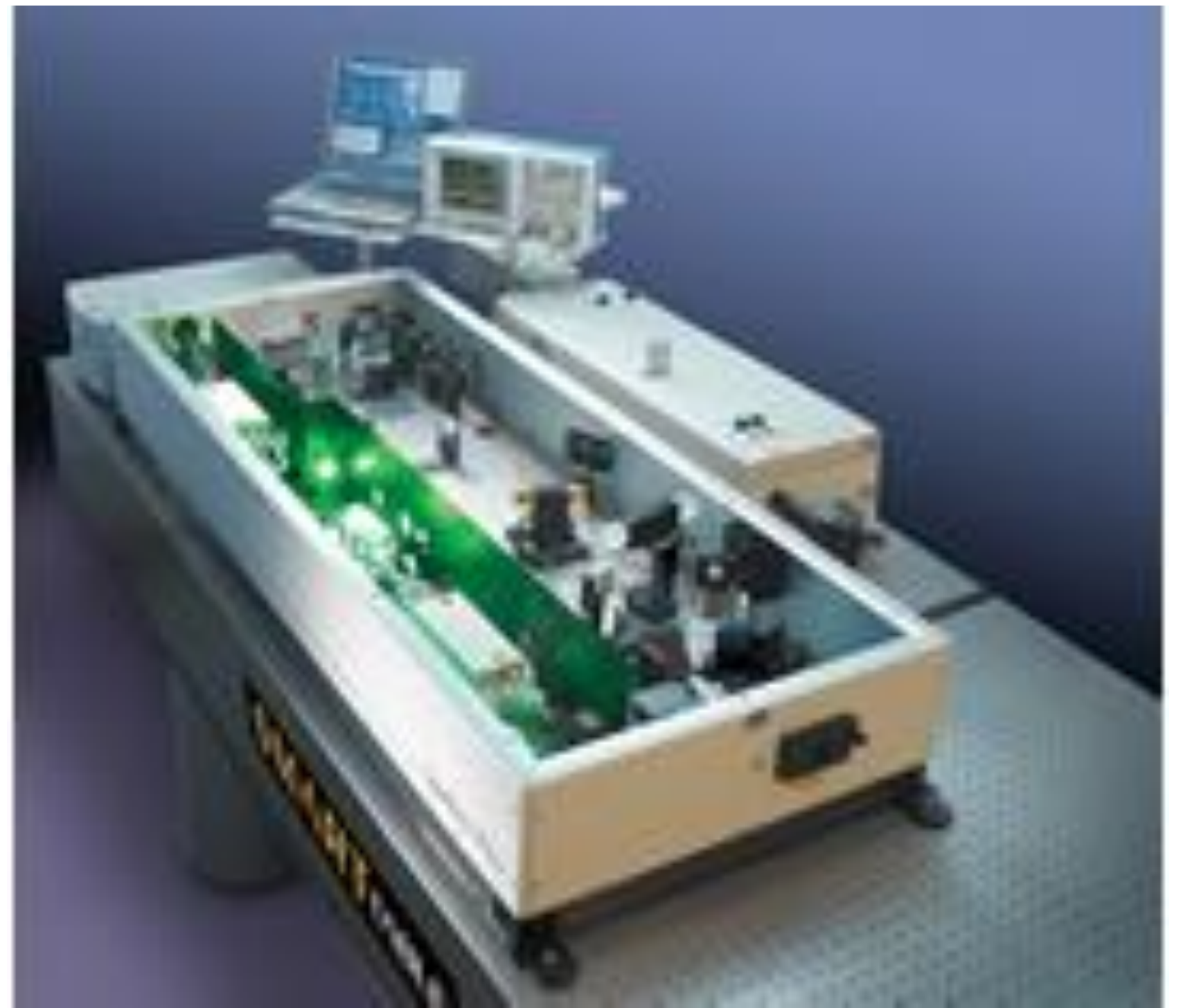
ノイズキャンセリング機能を持ったガスセンサ

超高速計測研究グループ

～小型高性能光源と応用計測システムを探求する～

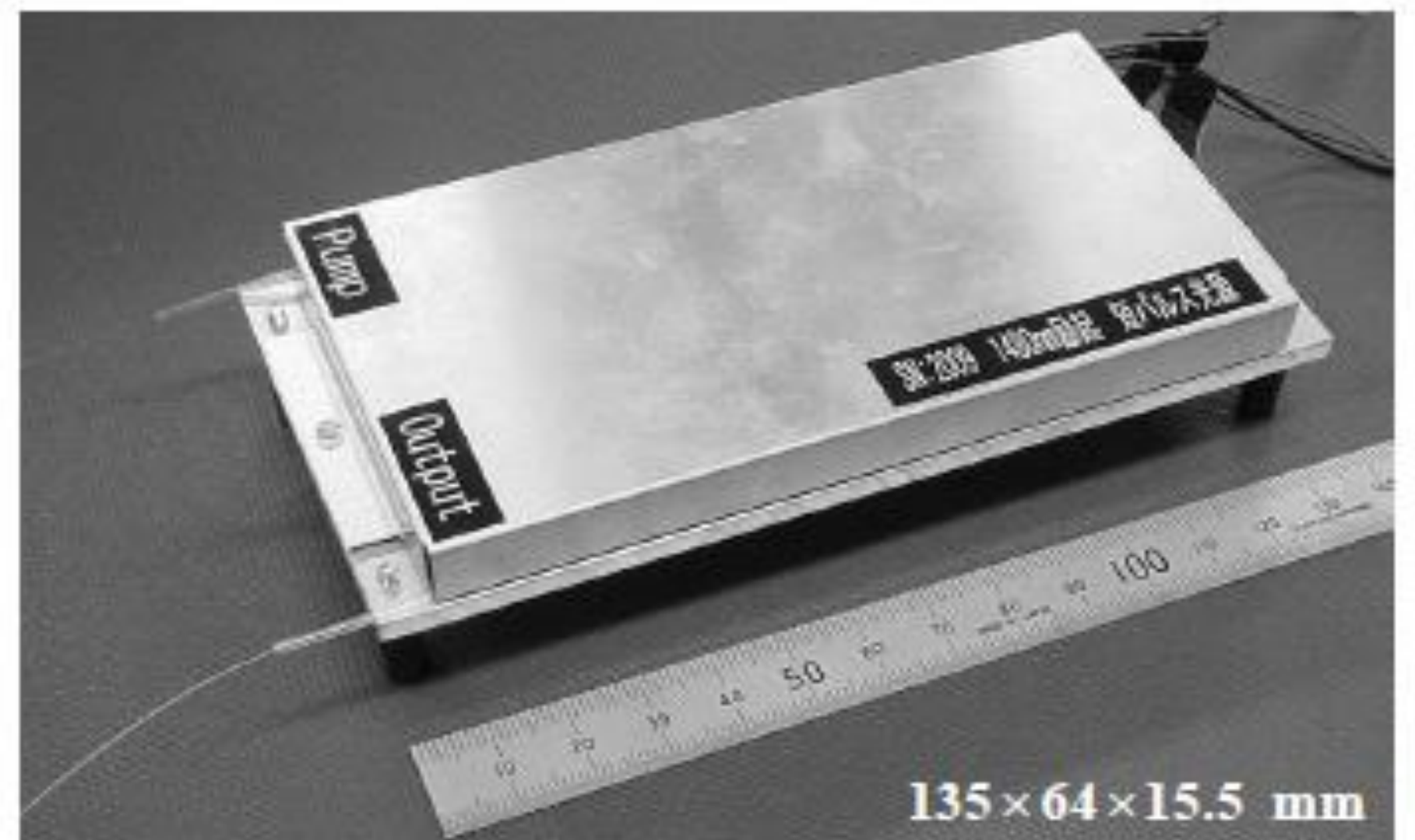
1兆分の1秒のモノサシをつくるには、1秒間に地球を7周半するといわれる光が、たった数十ミクロンしか進まない時間だけパルス発光する光源が必要となります。我々は、光ファイバ、カーボンナノチューブ、光増幅器を組み合わせ
て手のひらサイズの高性能パルス光源の実用化とそれを用いた計測システムの研究を行っています。

従来の技術でパルスを発生させるには、右図上に示したような大型(机1台分)の面積が必要でした。しかし、我々が研究している高性能短パルス光源は、光ファイバ内で生じる光ソリトン効果を利用しているため、右図中の写真に示すような非常に小さな光源となっています。右図下の図は、この光源からの出力光を波形観測装置で観測した結果です。出力がパルス状になっていることが分かります。出力されているパルス幅は、約500フェムト秒です。この光源のパルスは、ファイバ内を周回して出力されることから、外乱の影響を受けにくく、ピークパワーが非常に安定という特徴があります。この特徴から計測用途に最適と考えています。またその他に、この光源は、次世代の超高密度HDDの実用化への寄与や、ミリ波、テラヘルツ波による医薬品検査にも応用できると期待されていますので、応用範囲の広い夢の光源と言えます。

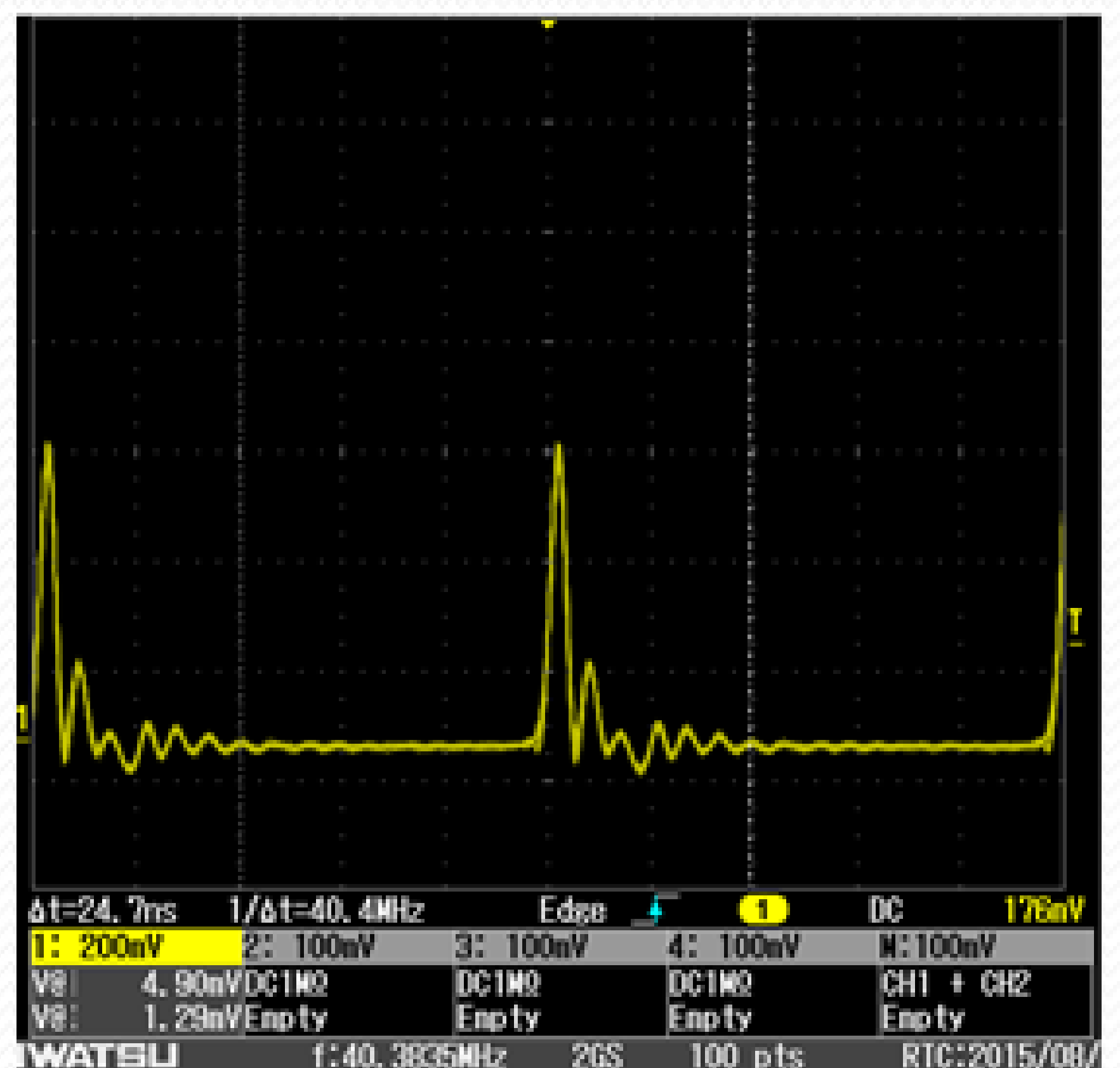


従来型超短パルスレーザ

http://www.spectra-physics.jp/products/category_025.html



カーボンナノチューブを利用した
高性能短パルス光源



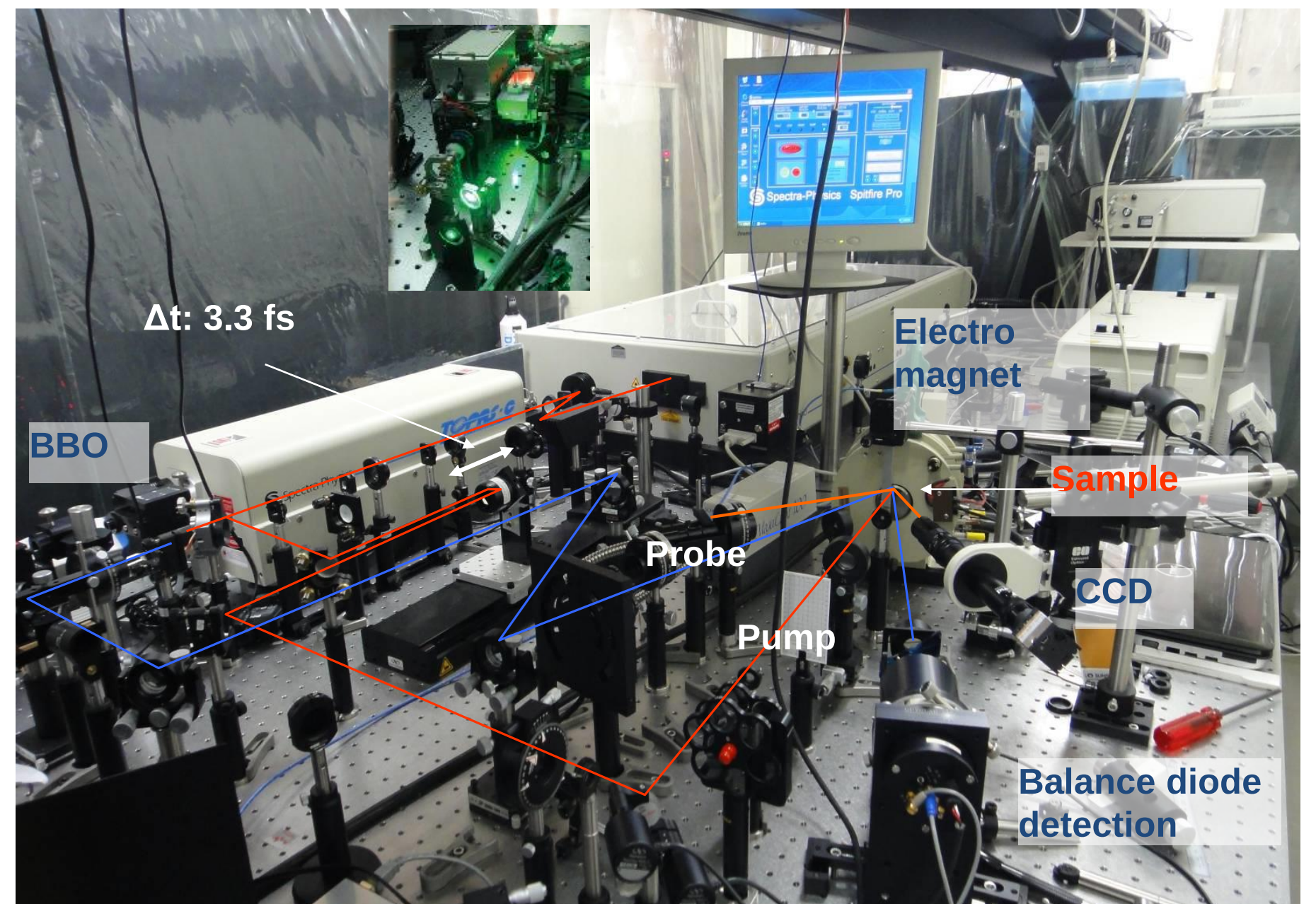
波形観測装置によるパルス波形観測

超高速計測研究グループ

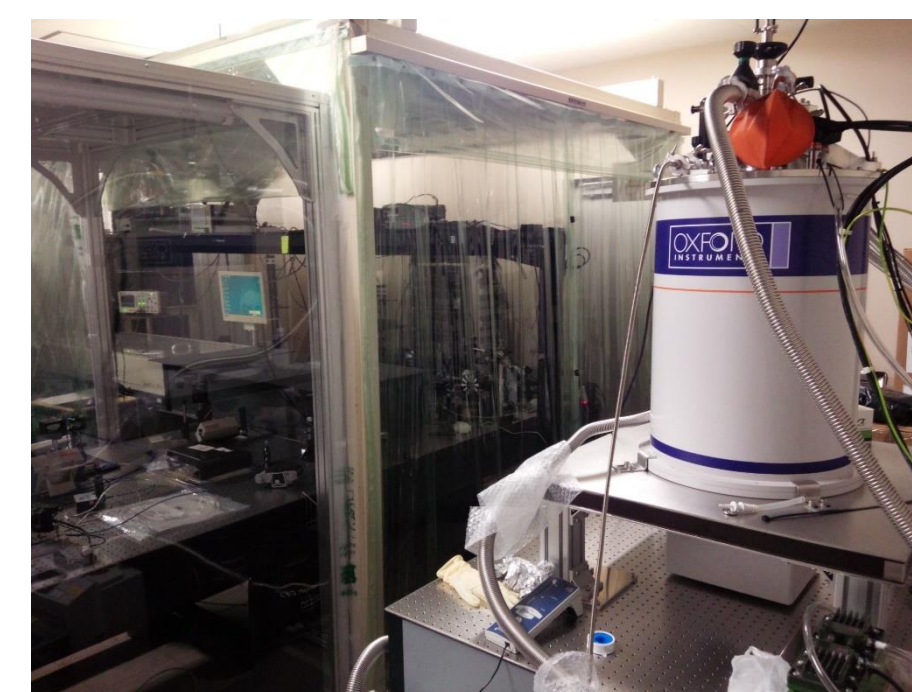
～1兆分の1秒のモノサシで電子の世界を観察する～

今日、高度情報化社会の中枢をなす高速情報蓄積/処理基盤技術において、物性を良く理解しその技術的利用を達成している時間領域はナノ秒(10^{-9} 秒)オーダーです。フェムト秒(10^{-15} 秒)という遥かに短い未踏領域の理解・制御を図ることは、近年要請が高まる超高速情報処理、新規光機能材料や超微細低エネルギー消費デバイス創生の指導原理の一つとして、また不可欠な知見として国内外で研究が活発になりつつあります。

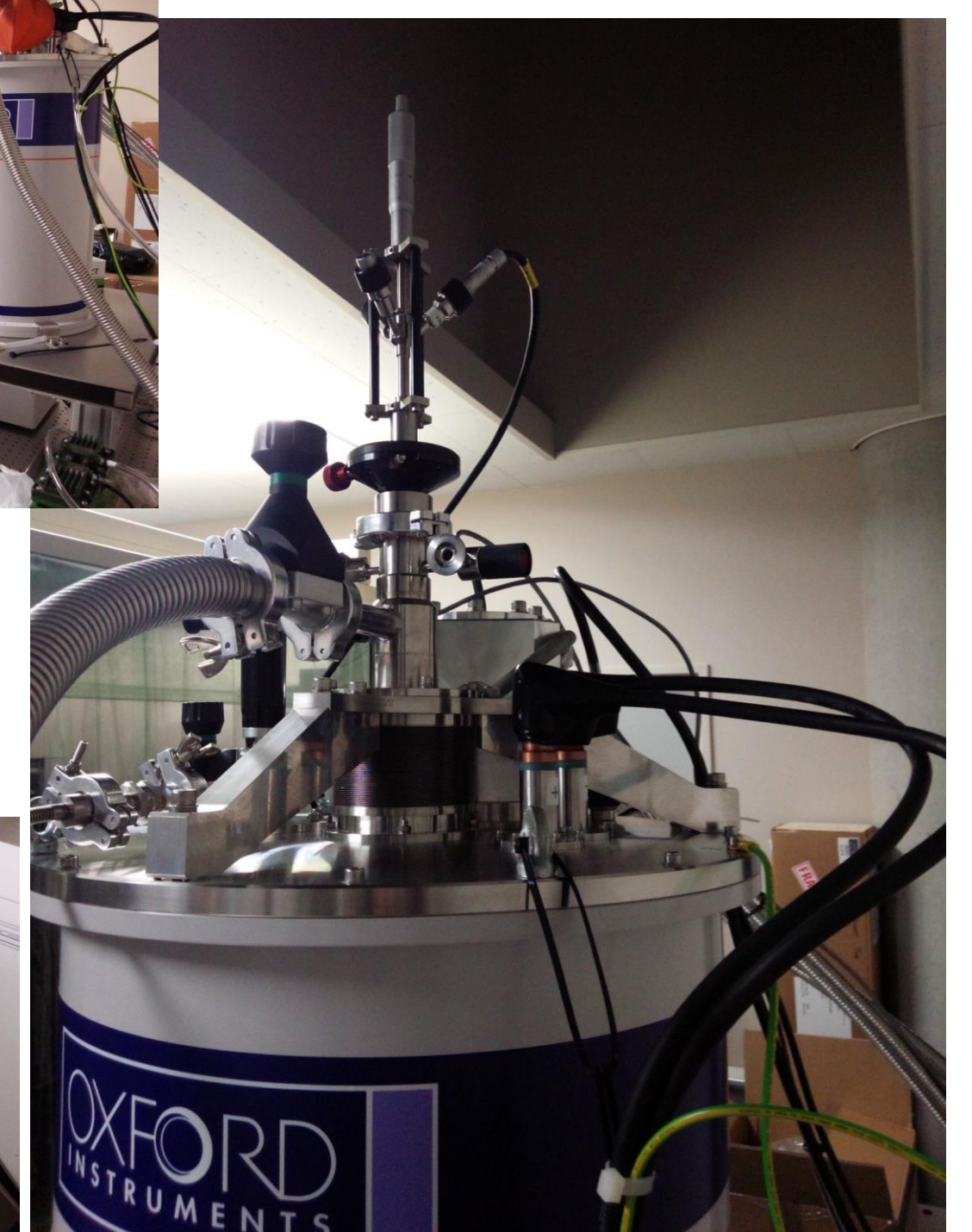
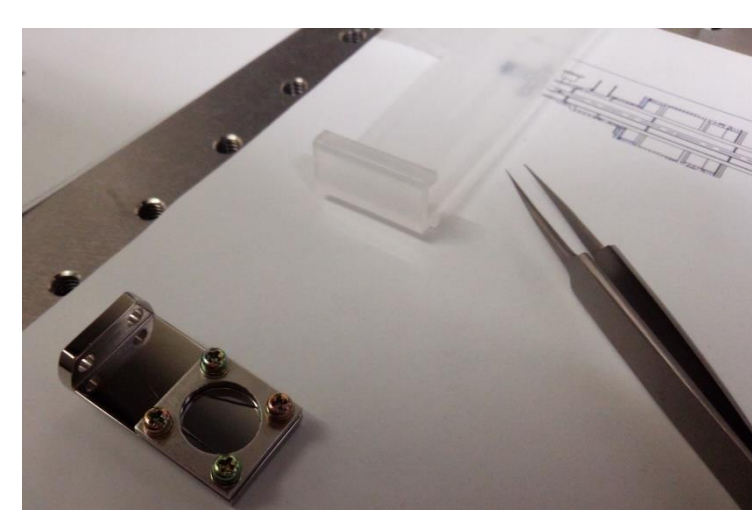
本研究では、超短パルスレーザを用いる事で、超高速磁化応答(極短時間での磁石の振る舞い)の分析を可能とし、物理的に興味深い現象を明らかにしてきております。例えば原子・分子振動よりも短い時間で、光照射により磁石の性質を変えることが可能である事も明らかになってまいりました。これは、従来の物理ではまだ十分に説明できない現象ですが、現在の情報処理技術よりも数千倍速い新たな超高速情報処理装置を作れる可能性を示しております。



▲フェムト秒パルス光利用
超短時間現象計測装置



▲超伝導磁石利用超強磁場/超短時間現象計測装置



100m走の世界記録
:9.58s



s

m

μs

ns

ps

fs : フェムト秒

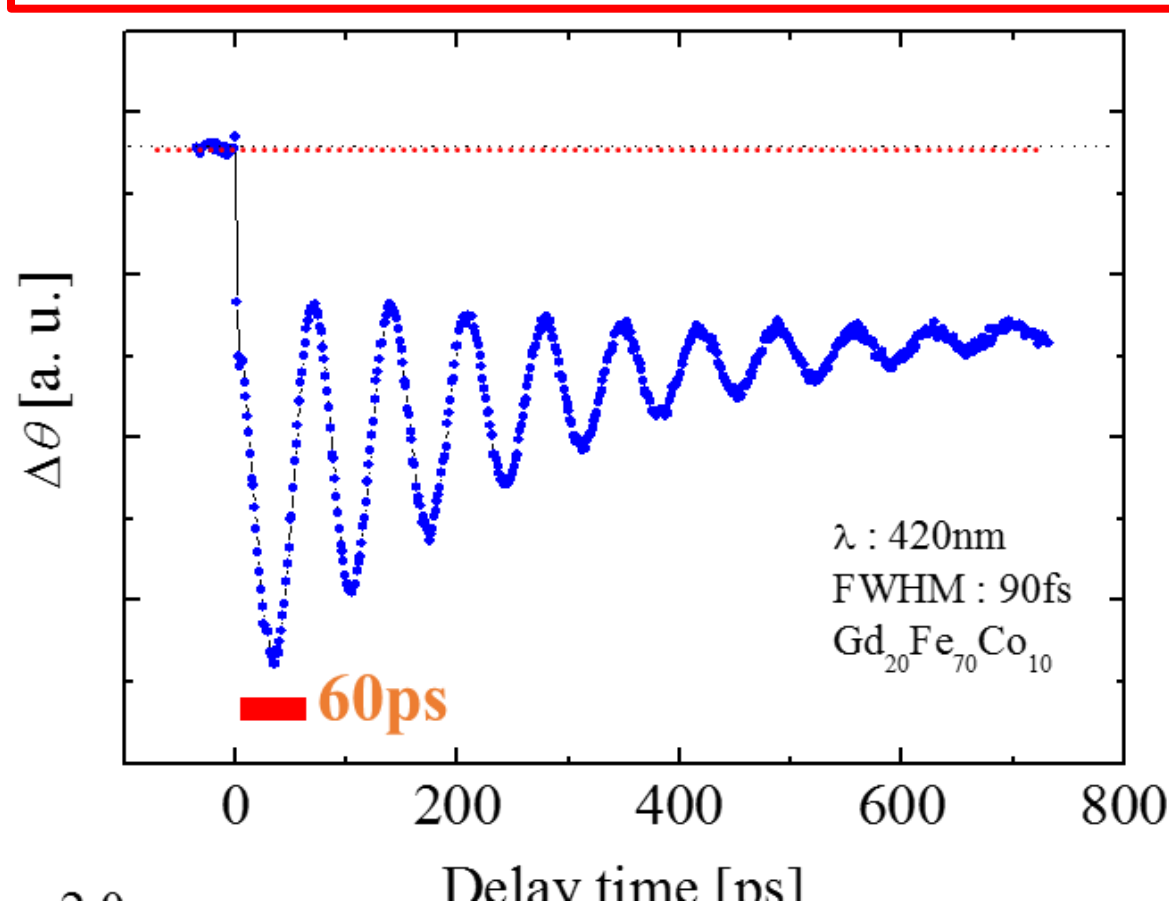
カメラのs
シャッター:0.3~1ms



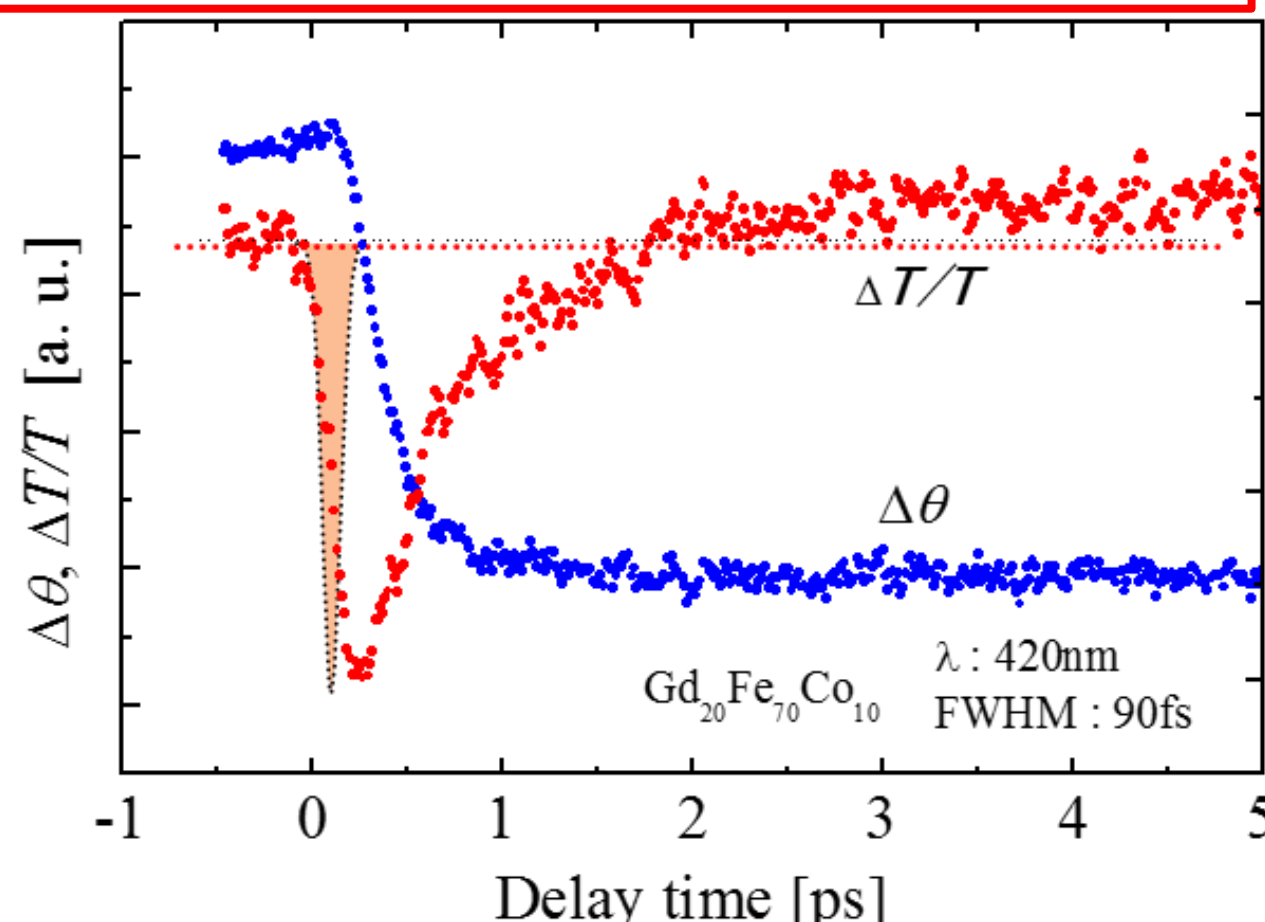
HDDの読み書き
速度:0.1~1ns

原子・分子振動

フェムト秒オーダーの超短時間の「時のモノサシ」で、磁気の動きを観察する
この観察によって磁気の振る舞い・原理を解き明かすことを目指している



▲原子磁石の歳差運動(コマの首ふり運動のようなもの)の計測例



▲光照射による、原子・分子振動よりも早く磁石が弱められる様子

フェムト秒って？

1秒で地球の周りを7周半する光が、
シャボン玉の膜くらいを進む時間



$$1\text{fs} = \frac{1}{1000000000000000} \text{s} = \frac{1}{10^{15}} \text{s}$$



超高機能センサー研究グループ

～電子の目で巨大津波警報システムをつくる～

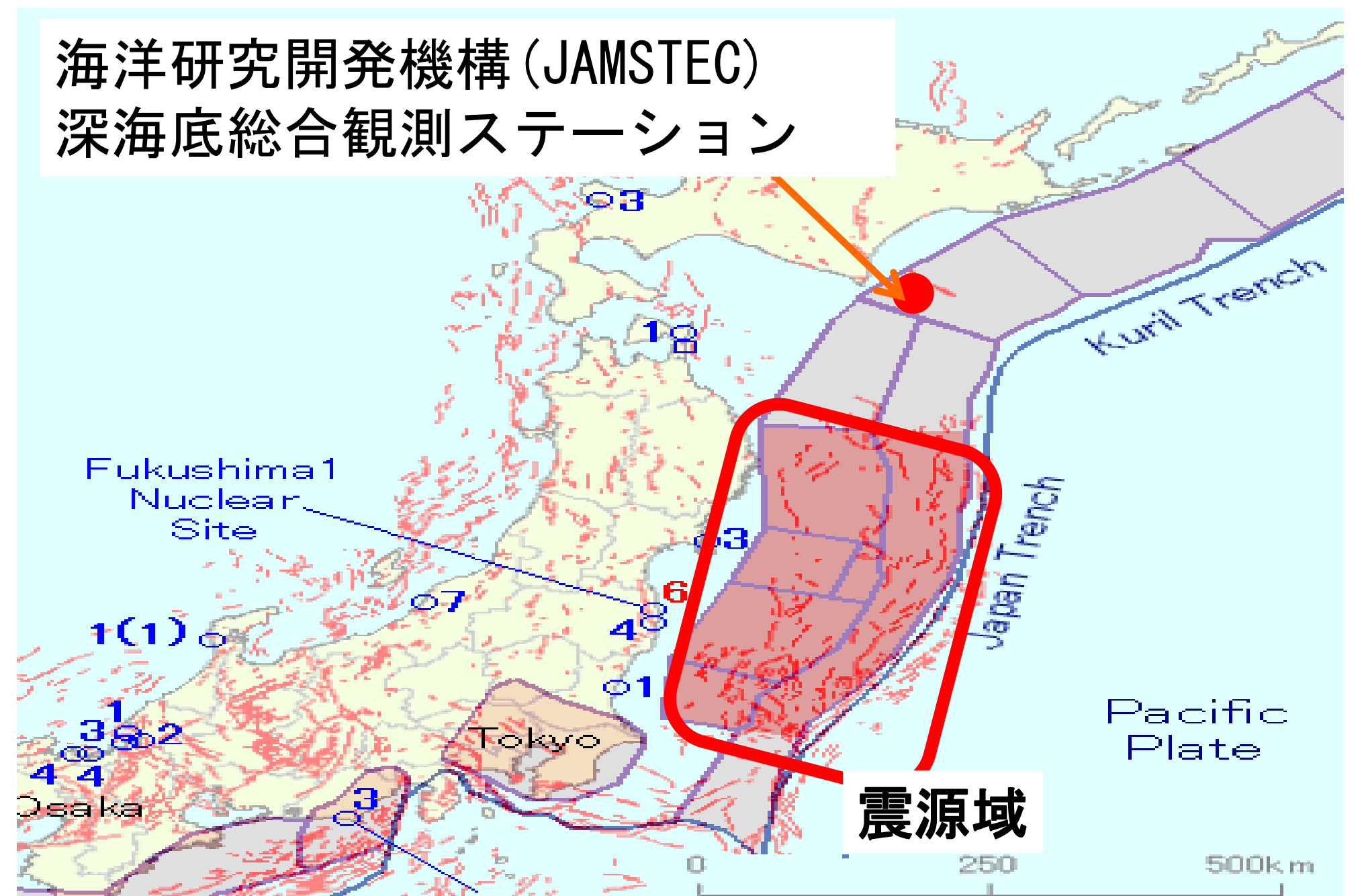
地震の発生を短時間に高い精度で探知できる仕組みが実現できれば、避難動作等、生命の安全性を確保することに役立てられると考えられます。

上の図は東日本大震災の震源域を示しています。

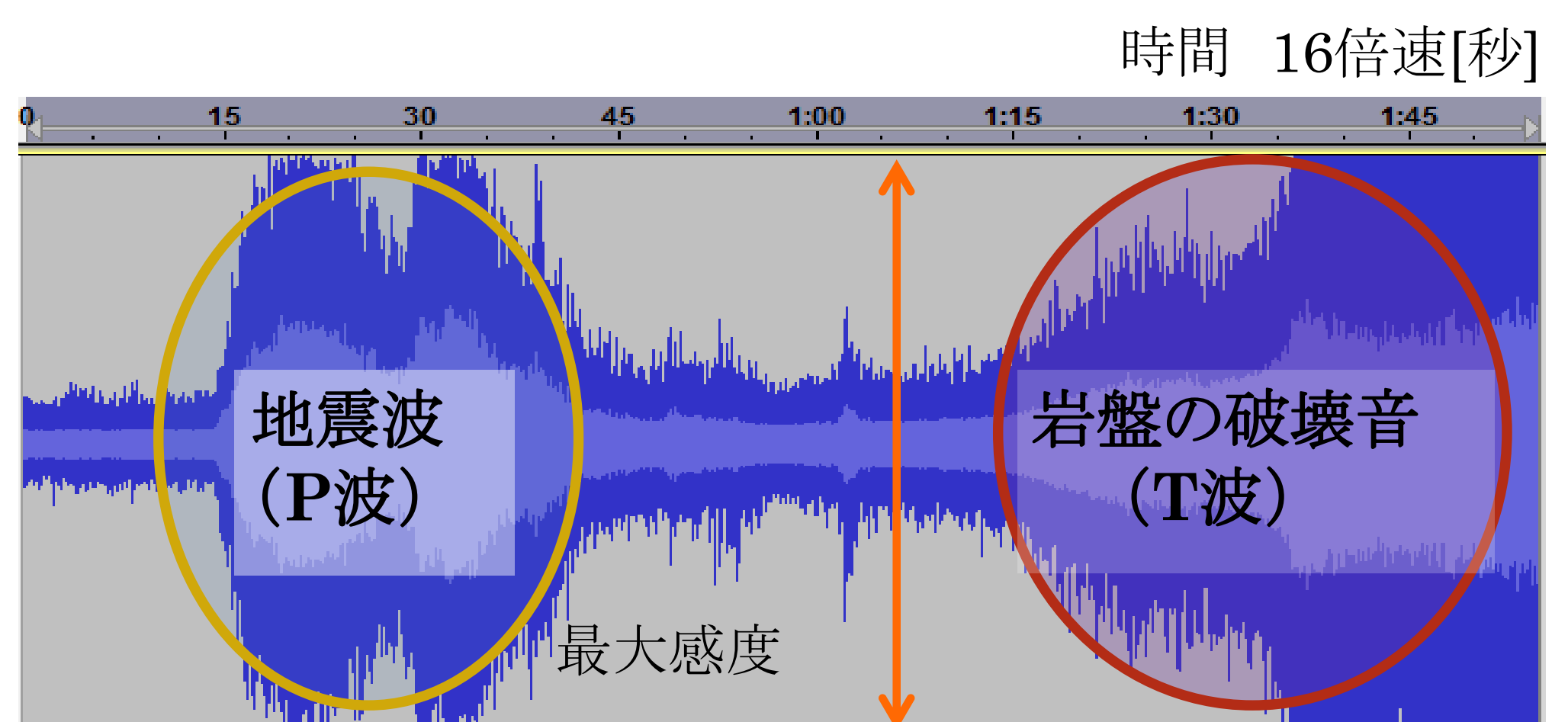
中央の図は東日本大震災の際に、カナダ近くのアリューシャン列島で取得された海中音波の波形を示しています。海中のマイクロフォンで偶然取得されたものですが、地震波(P波)に引き続き、非常に大きな音圧の岩盤破壊音が長時間にわたり取得されました。

下の図はこの現象を説明するための海中音波の伝搬モデルで、音の伝わる速さや減衰量を推定することができ、巨大津波を発生させる地震波検出の可能性を見出しました。

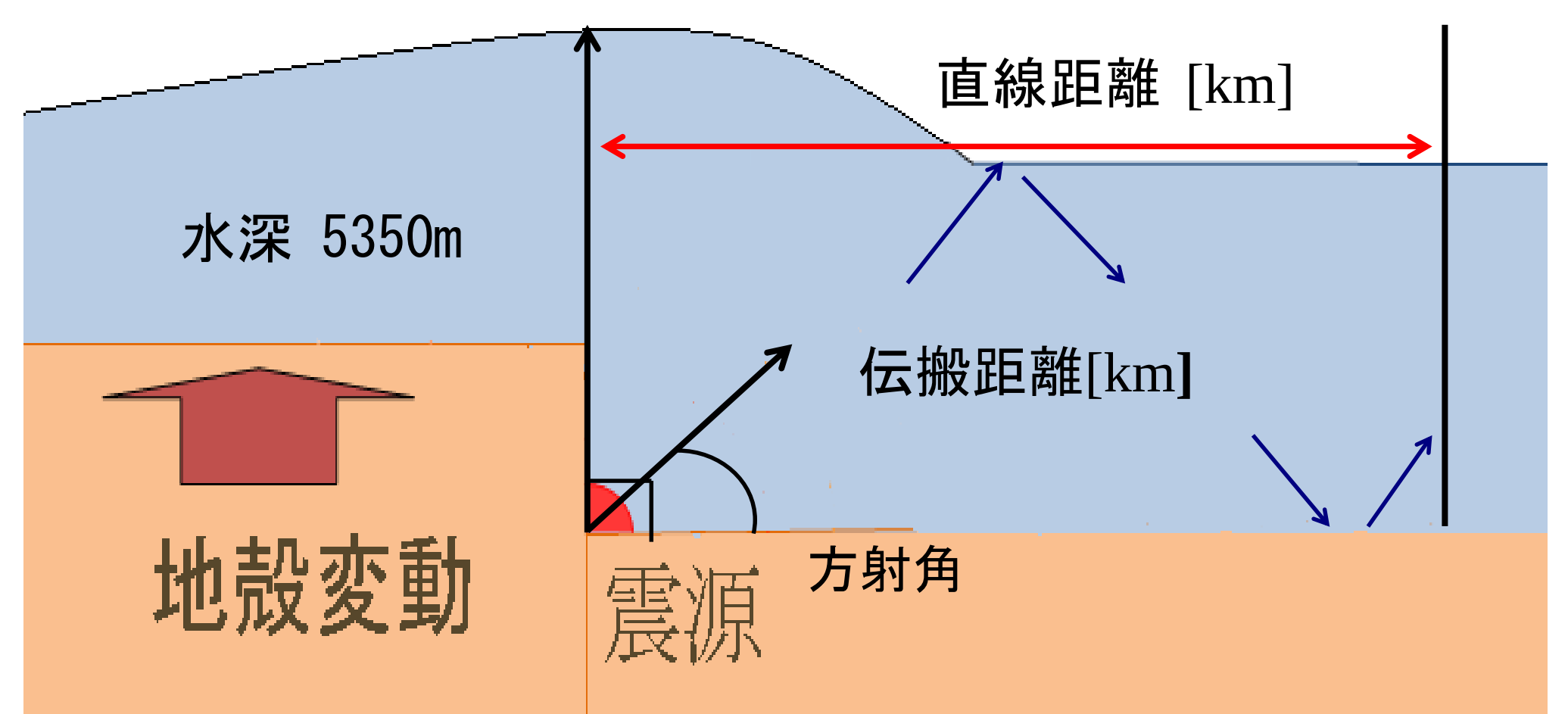
表は、津波と海中音波の到達時間を示しています。特に、東日本大震災では、地震に伴う津波の発生により甚大な被害をもたらしました。このような被害を最小限に食い止めるためにも、より速く伝わる海中音波を検出し、いち早く巨大津波より生命を守るための警報システムの構築を目指しています。



東日本大震災の震源域と観測地点（十勝）
(<http://ameblo.jp/datsugenpatsu1208/entry-10845429303.html#main> 転載)



震源から1500km離れた地点で取得された岩盤の破壊音
(<http://www.pmel.noaa.gov/vents/acoustics/seismicity/pacific/japanmar2011.html> 転載)



海中音波の伝搬経路の概念図

津波と海中音波（T波）の到達時間と伝搬損失

場所	相馬	十勝沖	福島第一原発	アリューシャン列島
震源からの距離 [km]	110	464	210	1500
伝搬損失 [dB]	50	56	53	61
津波到達時間 [分]	4	55	41	180
T波到達予測時間 [分]	1.2	5.0	2.3	10

超高機能センサー研究グループ

～ナノ領域の情報を得る超微細センサーをつくる～

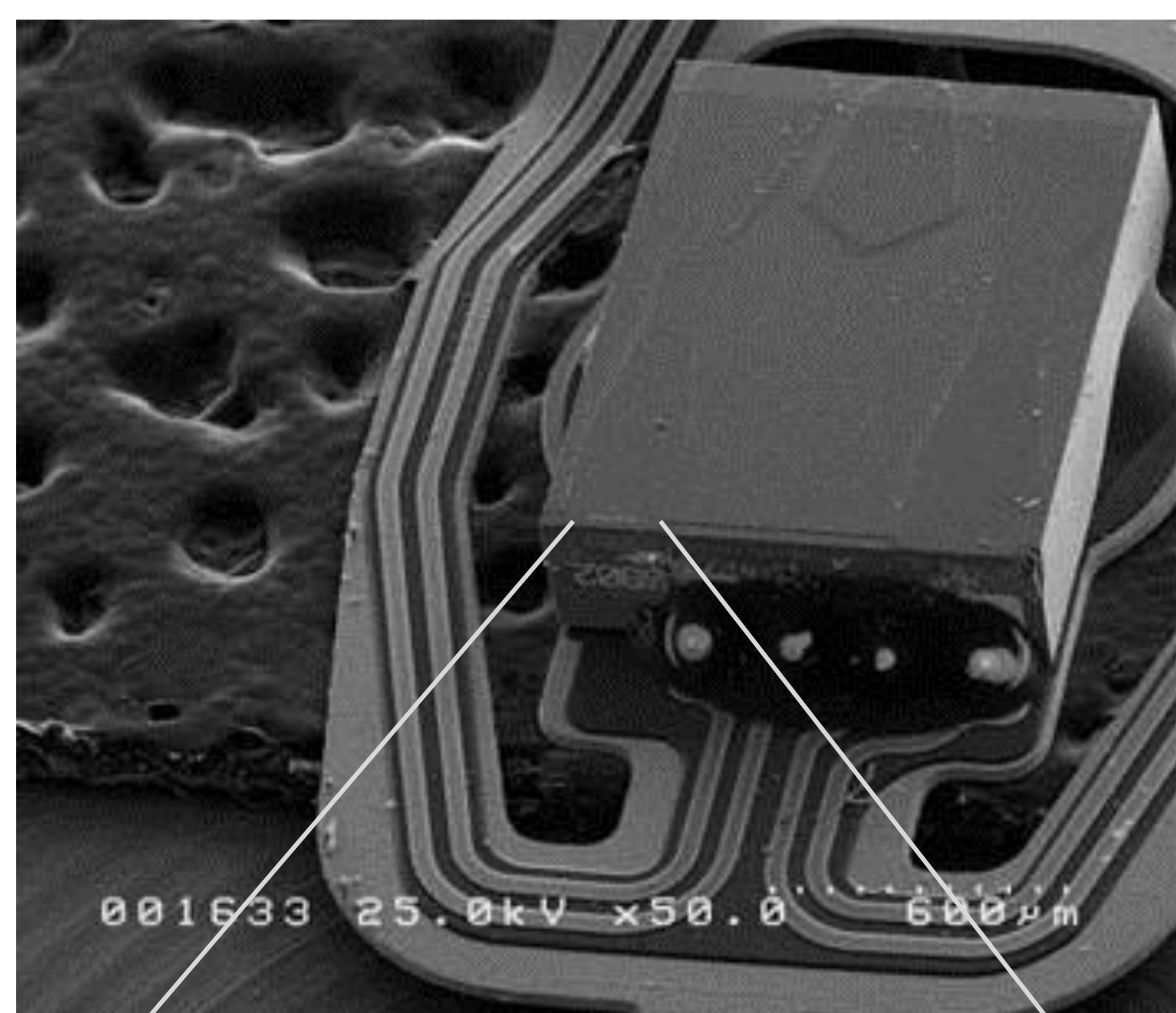
コンピュータでは、ハードディスクと呼ばれる磁気ディスクに情報を記録しています。円板状のディスク上にある、小さな磁石のN極とS極の方向で、“1”、“0”に対応する2値の情報を記録しています。

インターネットが普及し、クラウドサービスを誰もが利用する近年、ハードディスクにおけるさらなる大容量化が求められています。同じサイズのディスクに対して大容量化するということは、すなわち、一つの情報を記録する面積を小さくすることを意味します。これは、情報を記録、再生する磁気素子や磁気センサを記録領域と同程度まで小さくする必要があることを意味します。また、サイズが小さい分、より高感度なセンサが要求されます。

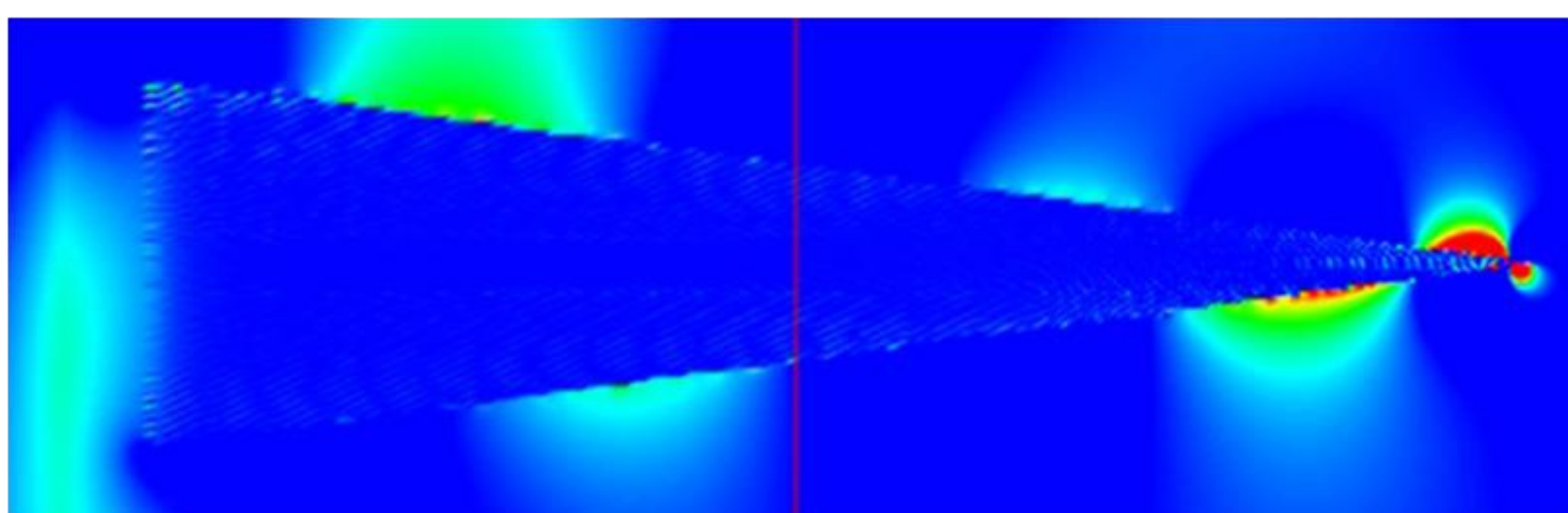
私達は、電子線を用いる描画装置で数十ナノメートルの素子を形成、電子顕微鏡で観察し、より良いセンサの作製を目指しています。近接場光を用いてナノメートル領域の情報を読み取れる磁気センサーの実現を目指しています。



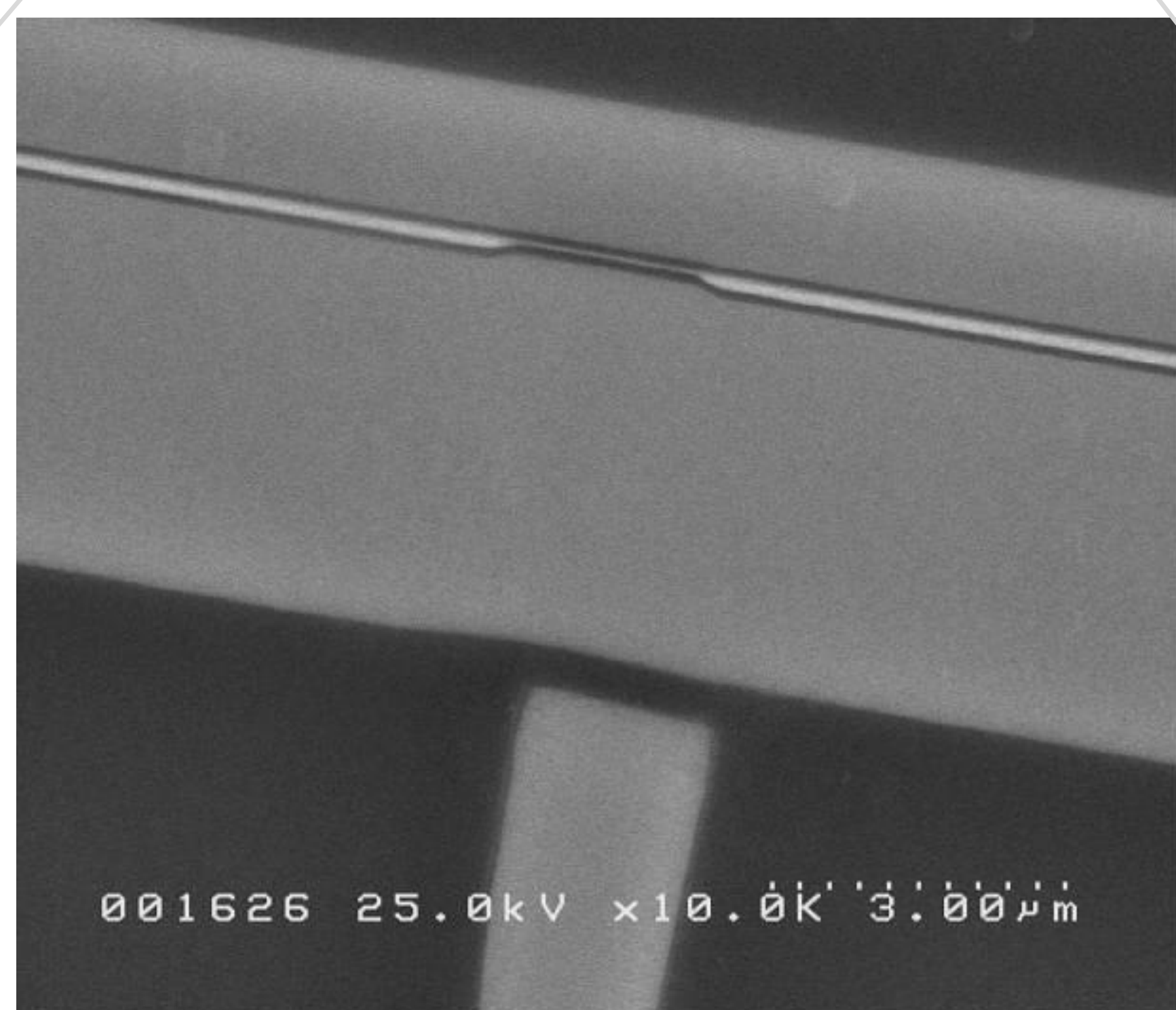
ハードディスク



磁気ヘッド



表面プラズモンの伝搬



磁気ヘッドの記録・再生素子

超高機能センサー研究グループ

～地雷探査用匂いセンサーをつくる～

地雷探査を行う場合に、地中に埋まっていますが、地雷に含まれる火薬からある特定の気体が発生しています。現在では、犬の嗅覚を用いて気体を判別していますが、より安全に行うために匂いセンサーの開発を行っています。匂いセンサーを用いて地雷に含まれる火薬から発生している気体を判別することで、より安全に地雷探索が行えます。

匂いセンサーは、携帯やテレビに用いられている電子部品であるSAWデバイスに、新幹線や道路標識等に用いられている顔料の1種類である金属フタロシアニンを用いて、作成をしています。この匂いセンサーは、金属フタロシアニンによって、地雷から発生する特定の気体を吸着し、SAWデバイスによって吸着した気体の濃さや種類などの測定が行えます。

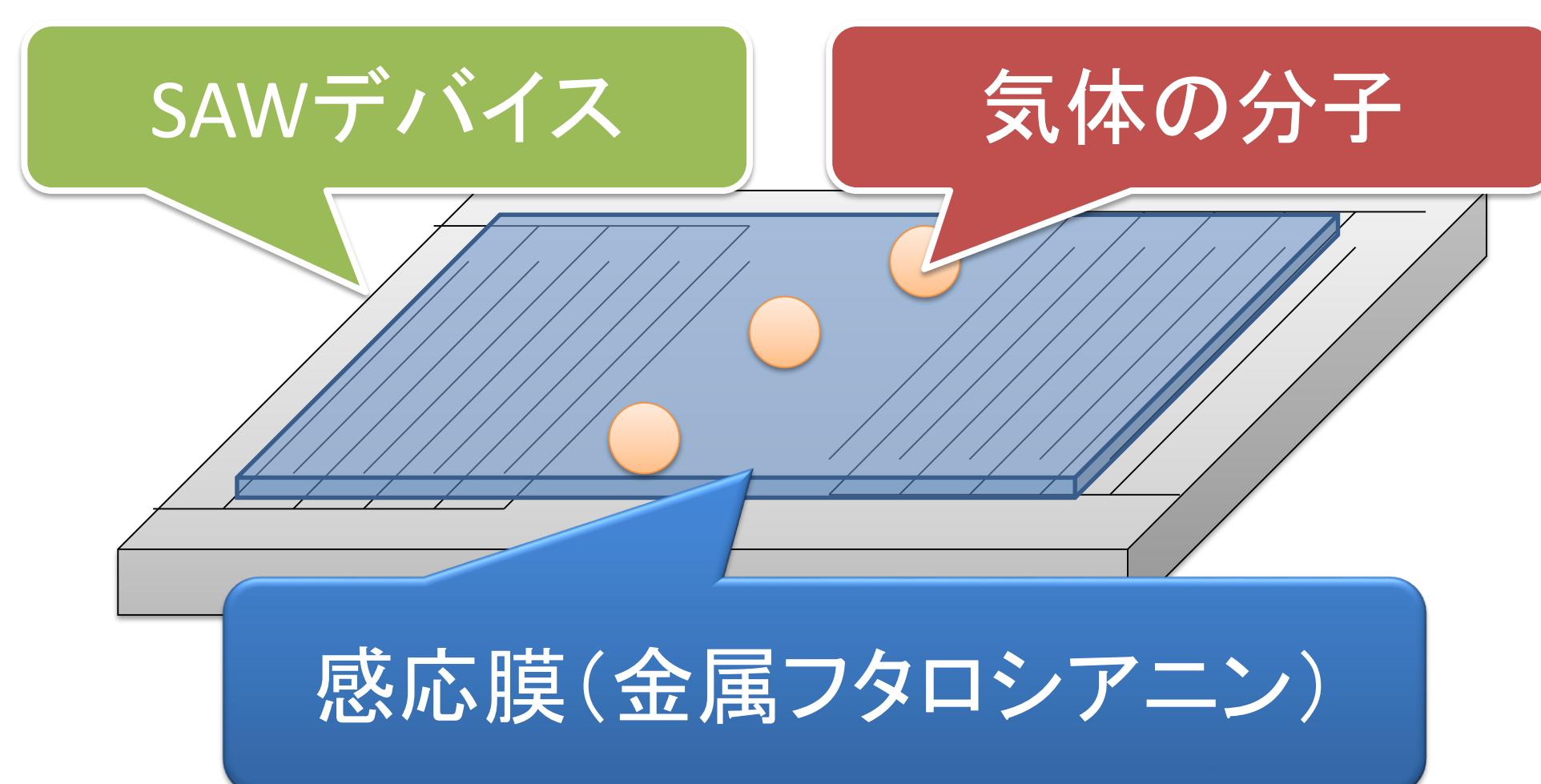
また、匂いセンサーは、地雷から発生する気体だけではなく、口臭内から発生する病的な匂いを判別することで、病気の早期発見を行うことや、室内で発生する人体に悪影響を及ぼす気体を判別することで、快適な環境づくりを行うことができます。

SAWデバイス
(携帯やTVに使われている
電子部品)

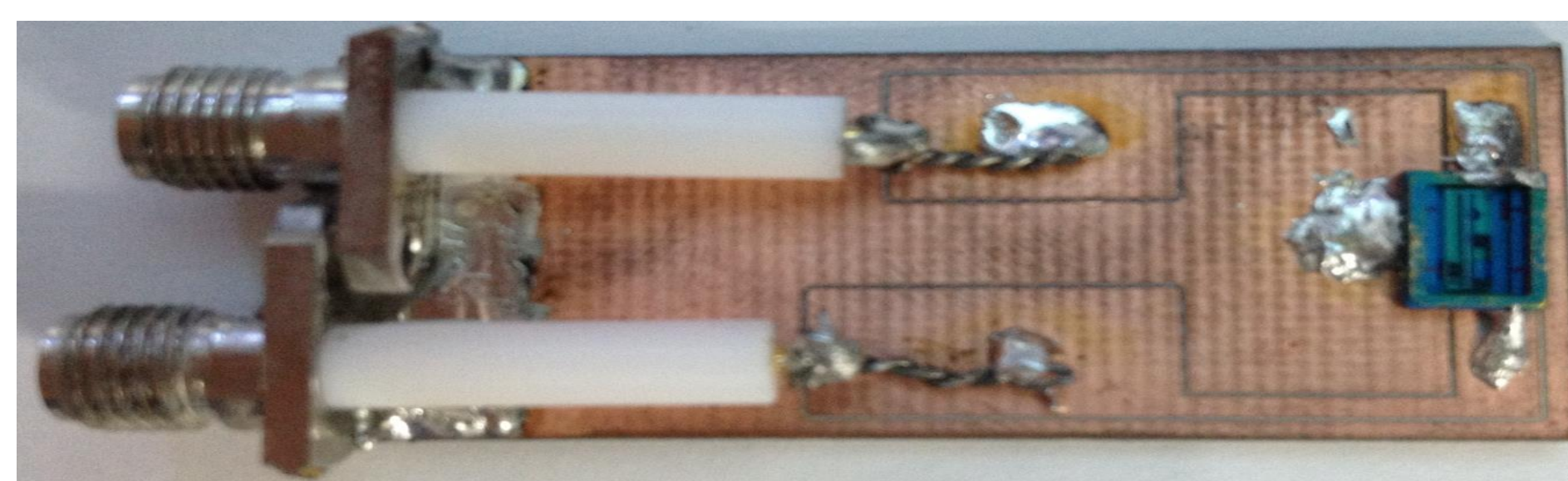
匂いセンサー

金属フタロシアニン
(新幹線や道路標識に
用いられる顔料)

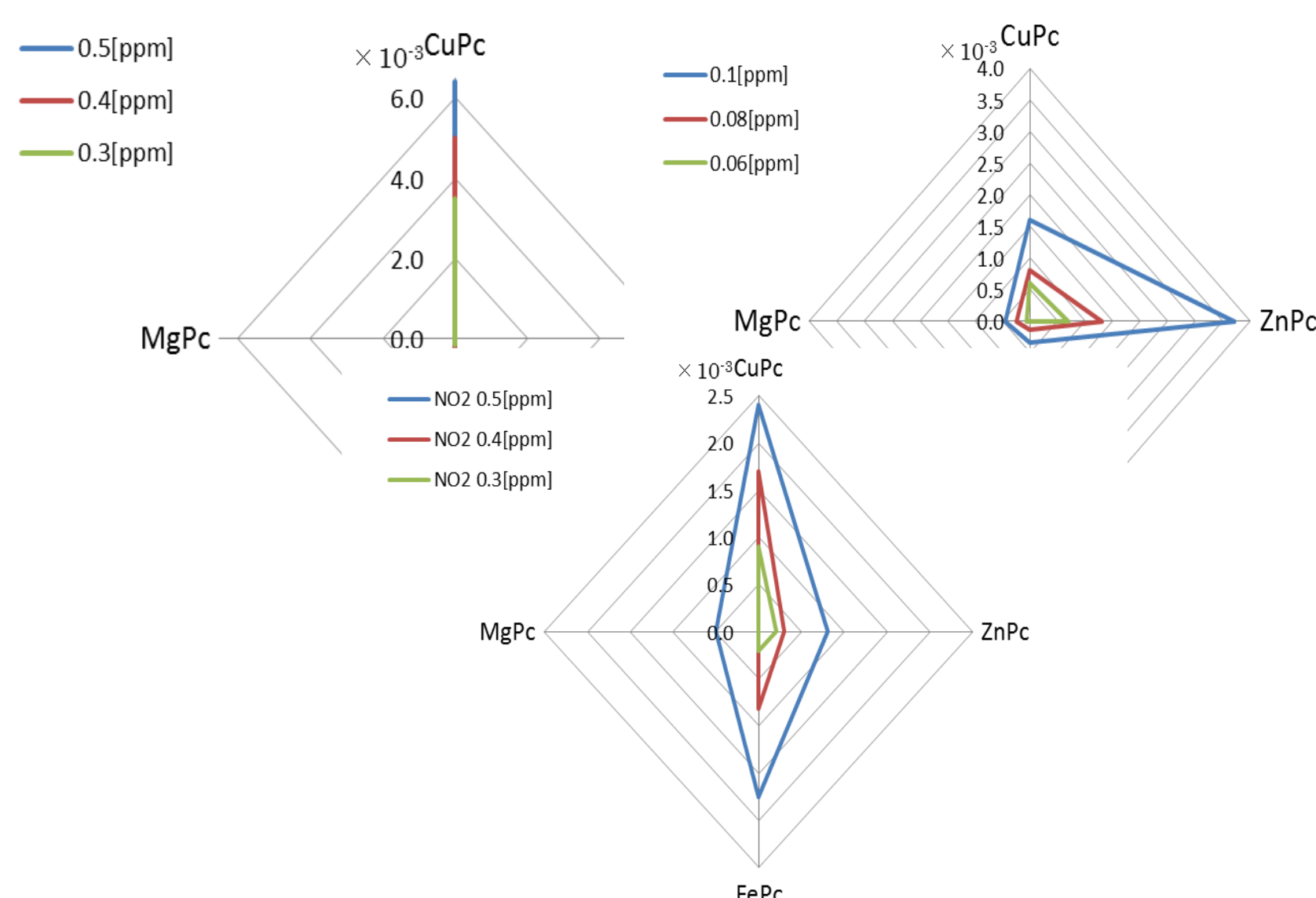
匂いセンサーの作製



匂いセンサーの原理



匂いセンサー



実験結果の一例

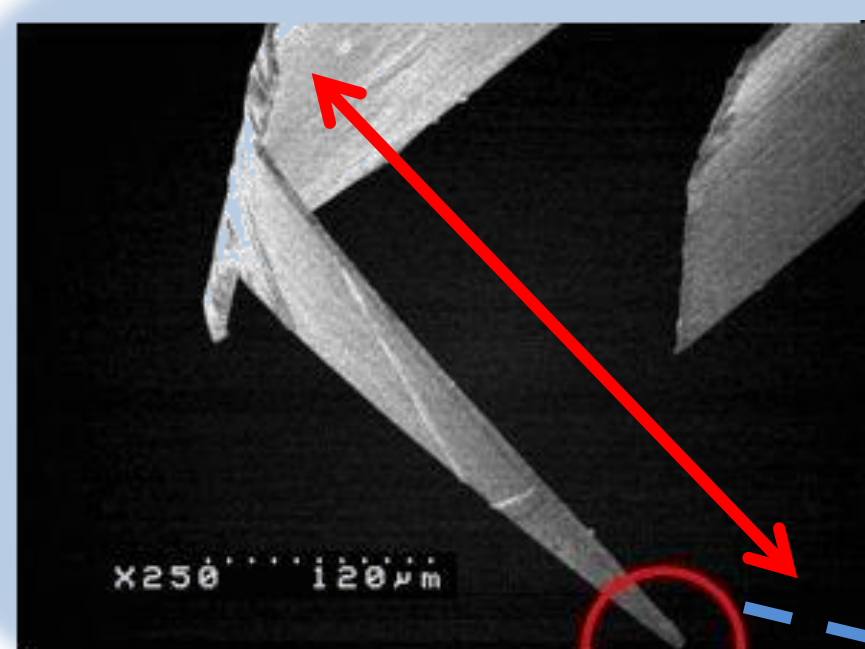
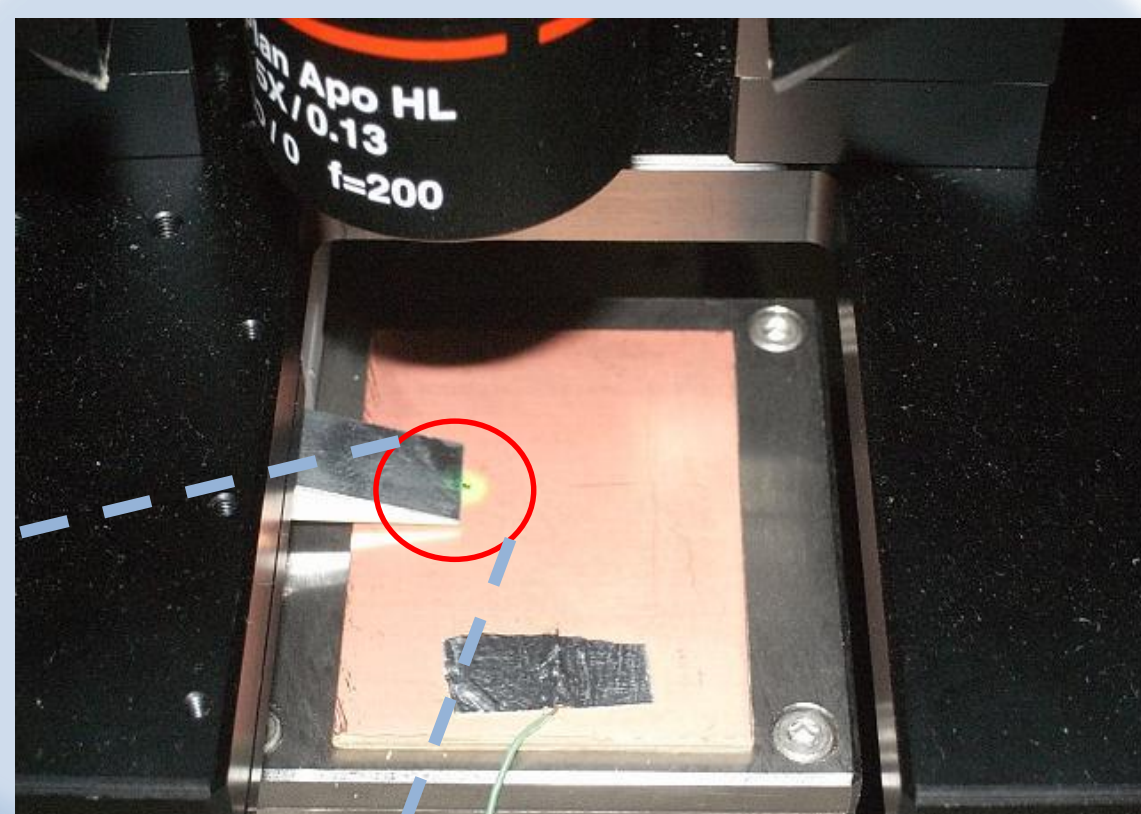
超高機能センサー研究グループ

～コピー機の文字のにじみ防止用の

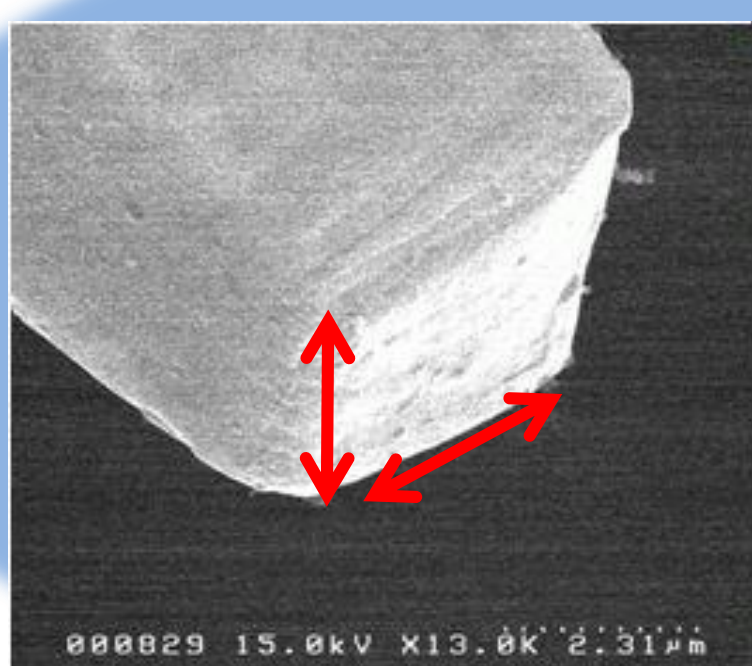
静電気センサーをつくる～

コピー機に代表される電子写真では、文字を形成するために、静電気を利用して数マイクロメートルの大きさのトナーを並べています。静電気で作った文字にトナーをくっつけるのです。しかし、静電気を書いたつもりが本当に書かれているか確認する方法はありません。実は静電気の計測は簡単ではありません。測定物が接触すると静電気が逃げてしまうだけでなく、測定物を近づけただけでもときにはバチッと放電してしまうためです。直接測定することができないため、静電気の文字がかすれていたり、にじんでいたとしても、トナーをつけるまではわからないのです。

そこで、私達は直接静電気の文字を確認できる方法を研究しています。大気中で、非接触で、放電することなく、かつ、高電圧の静電気を数マイクロメートルの寸法で観察することのできる静電気力顕微鏡を作製しています。より高感度に、そして簡便に計測できる静電気力顕微鏡の実現を目指しています。



Sensor
Length :
200 μm



Area of Sensor Tip :
5 × 5 μm



大気圧中、非接触、高分解能で高電圧の電位測定が可能な静電気力顕微鏡

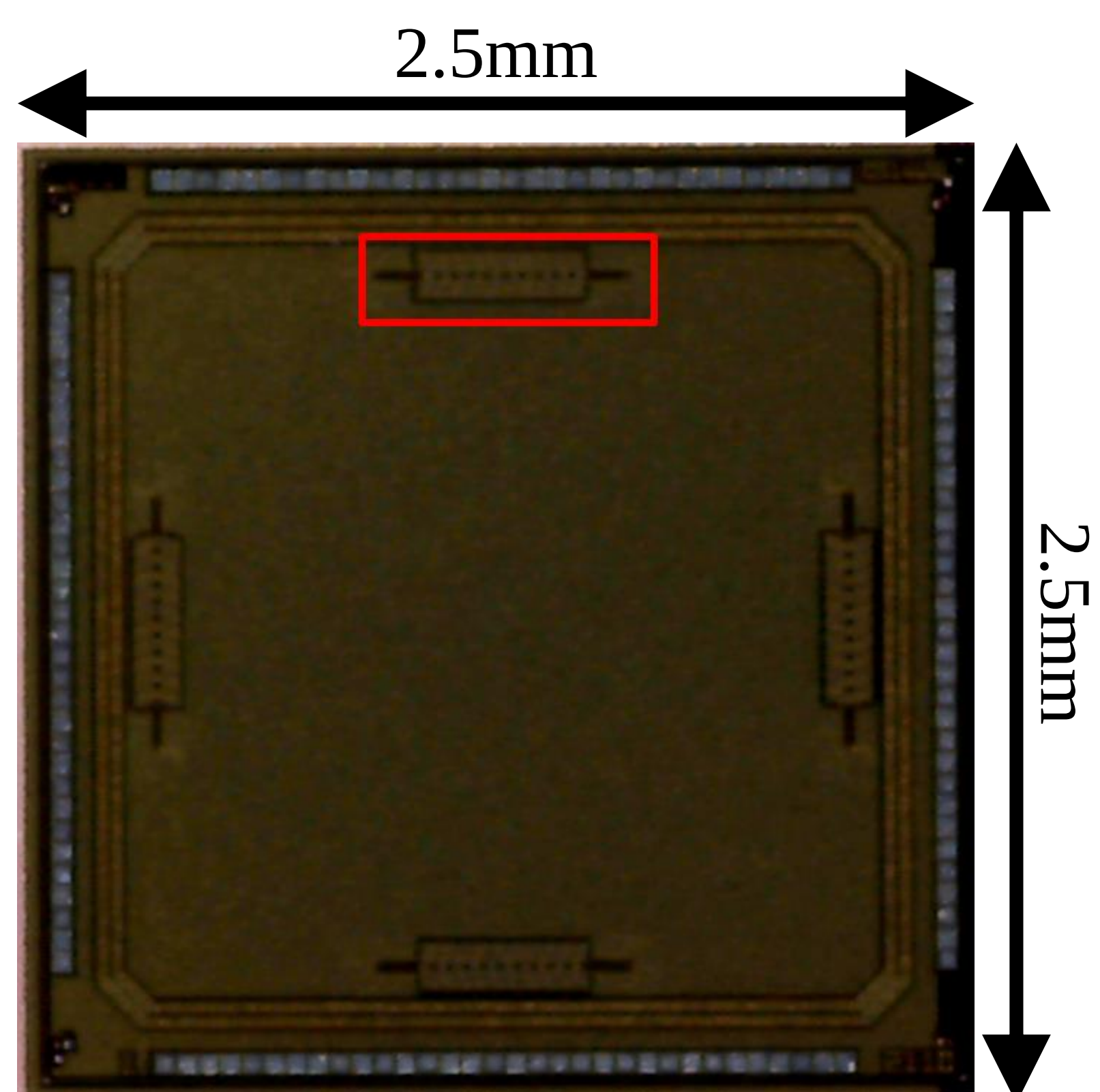
ロボット制御研究グループ

～ヒューマノイドロボットを創る～

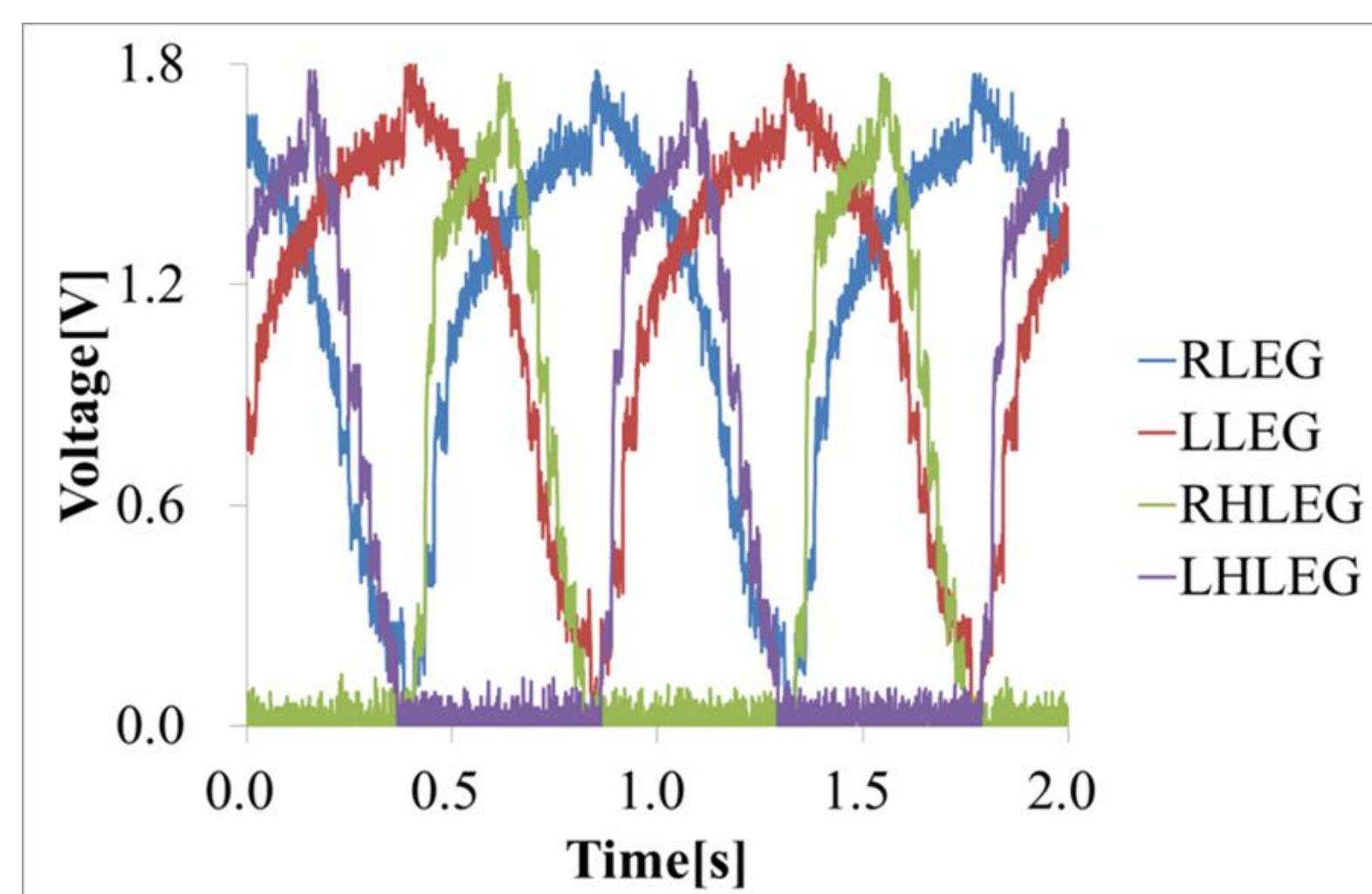
部屋の明かりをつけたり, ホテルの受付をしたり, 話相手になったり・・・人間社会に寄り添う形で様々なロボットが開発されています. 中でも, ヒューマノイドロボットは, より深く人間社会に溶け込めるロボットとして, 多くの研究・開発が行われています.

我々の研究室では, 脳を創るということを目的に, 電子回路による人工知能の構築に関する研究を行っています. その一つのアプリケーションとして, ロボットに搭載することで, ヒューマノイドロボットの歩行制御について検討を行っています(右図はヒューマノイドロボットの歩行制御に用いる集積回路です).

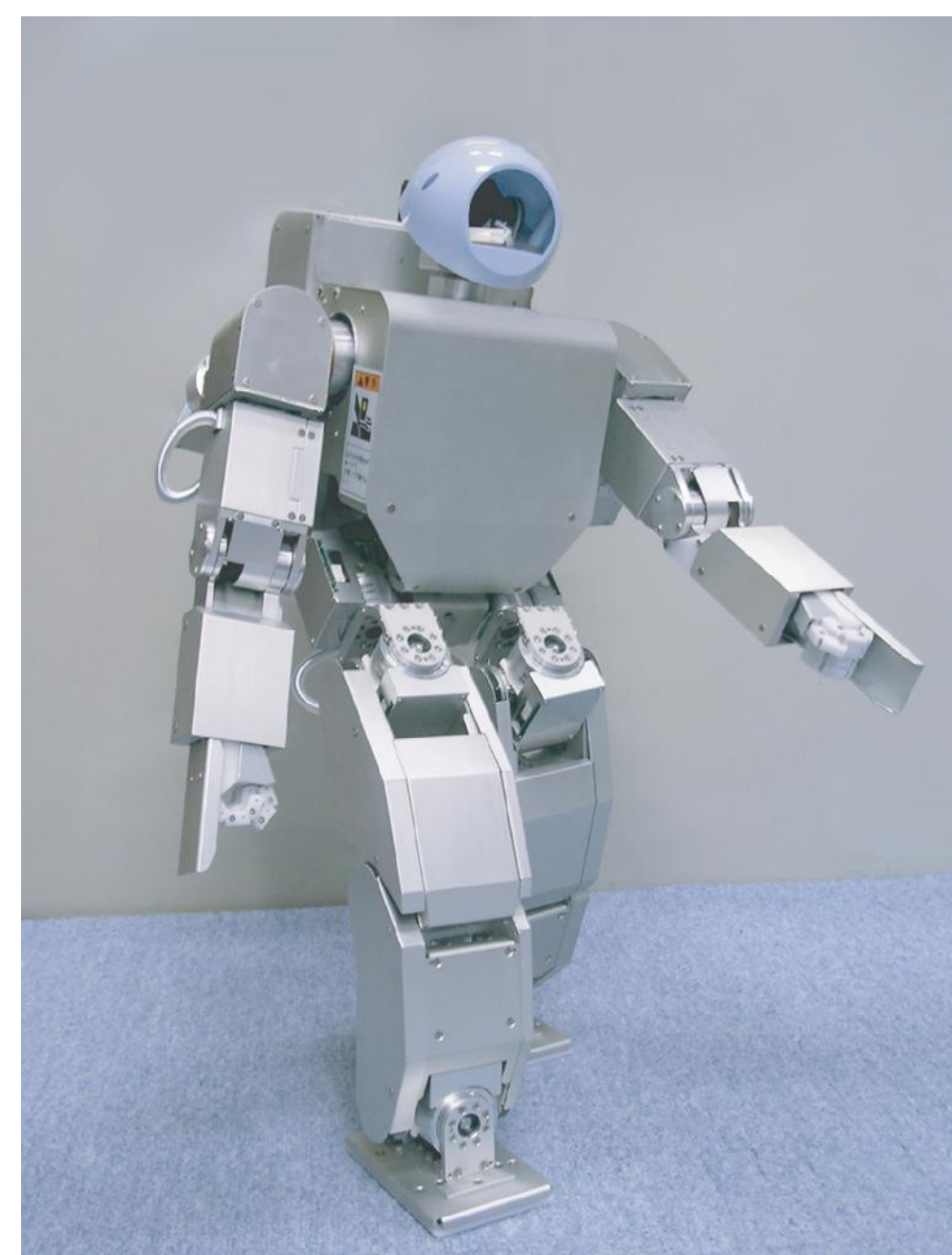
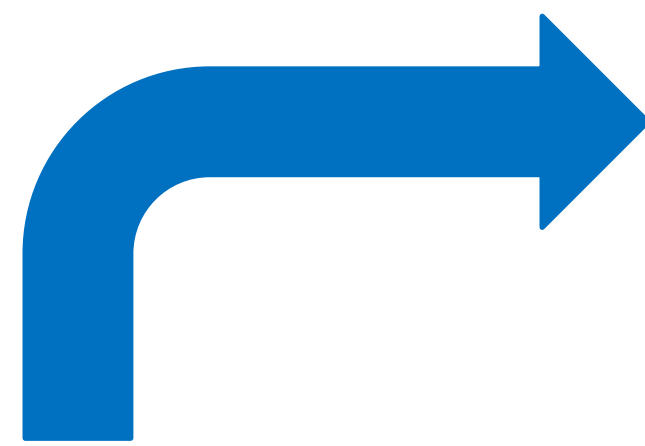
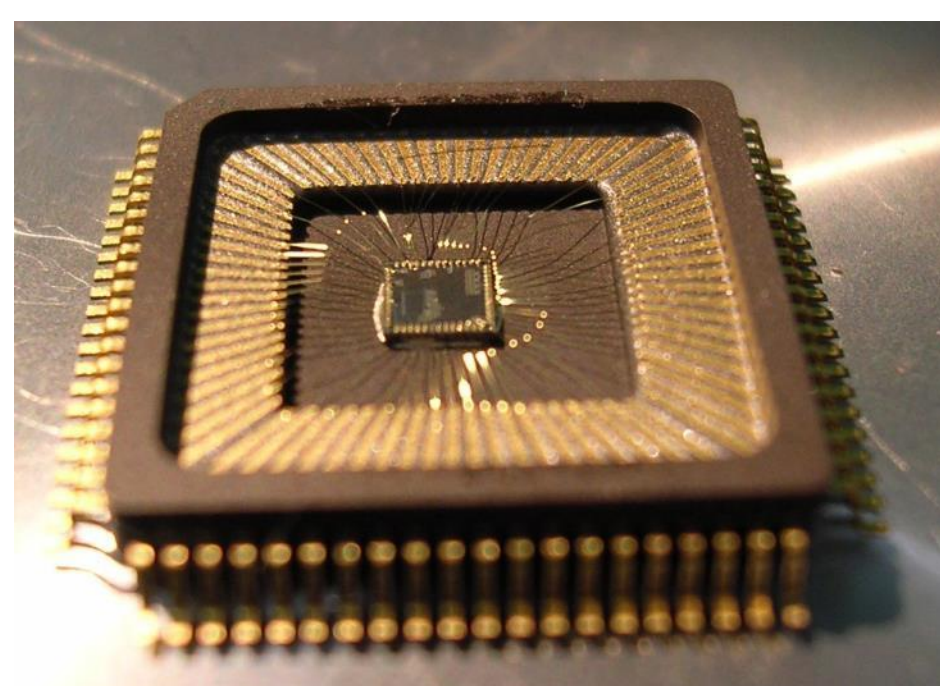
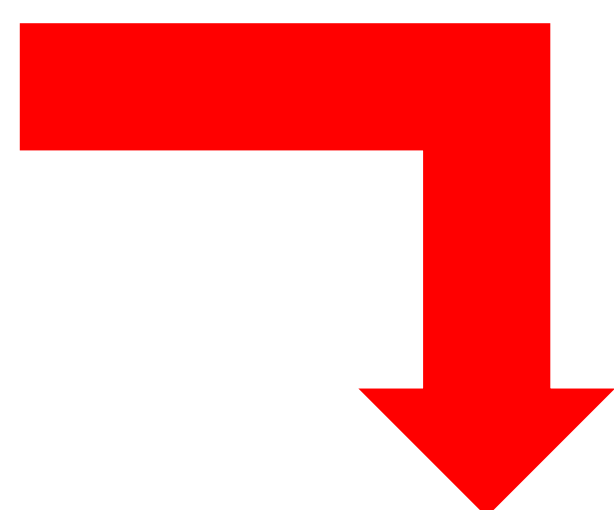
我々は, 手を使った動作の制御, 視覚情報の制御, 感情を取り込んだ優先順位の制御・・・etc. も可能な脳型情報処理システムの構築に向け, 研究を進めています.



ヒューマノイドロボットの歩行制御を行う集積回路



歩行制御のための信号



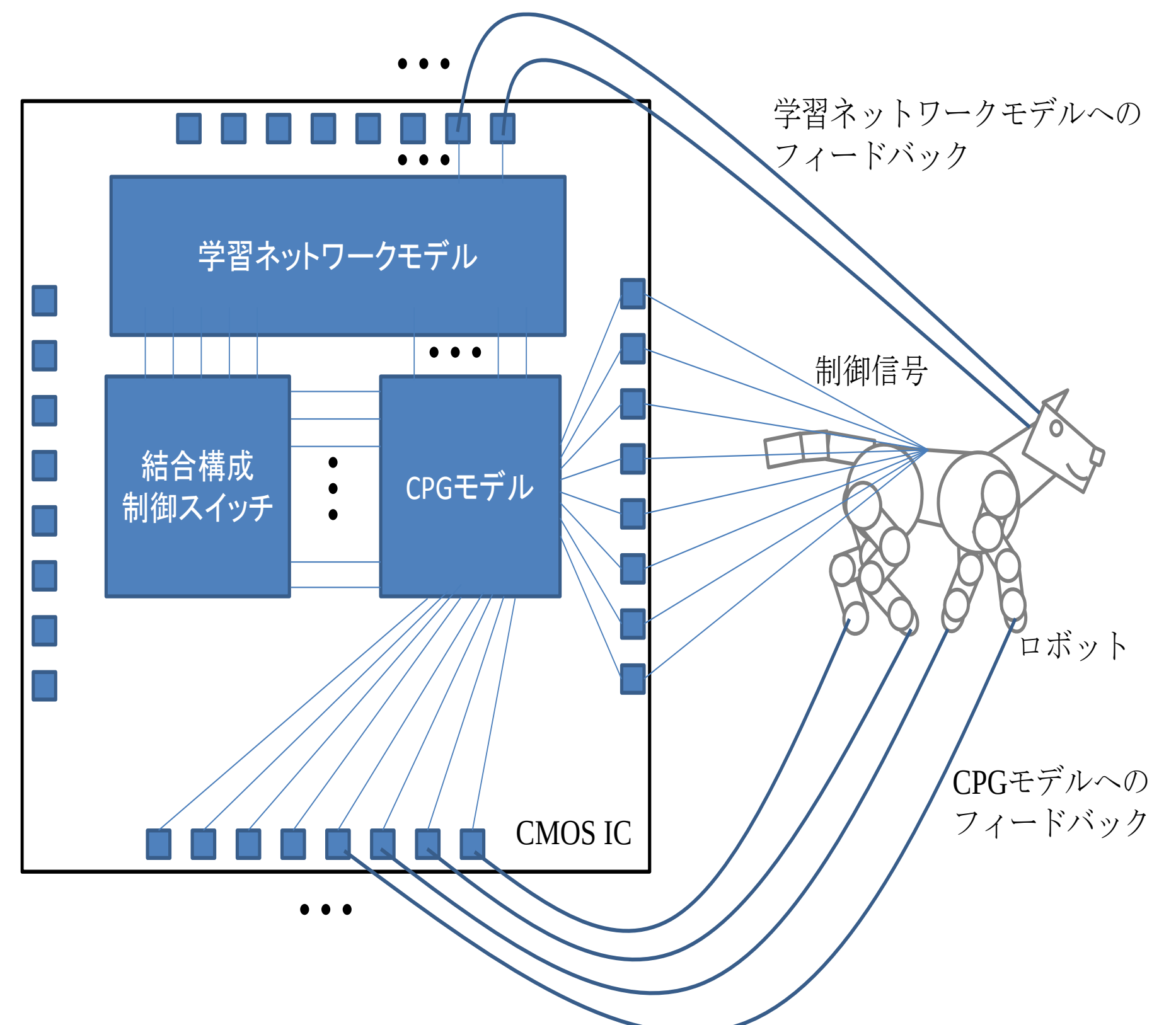
ロボット制御研究グループ

～ニューラルネットワークで四足歩行ロボットを制御する～

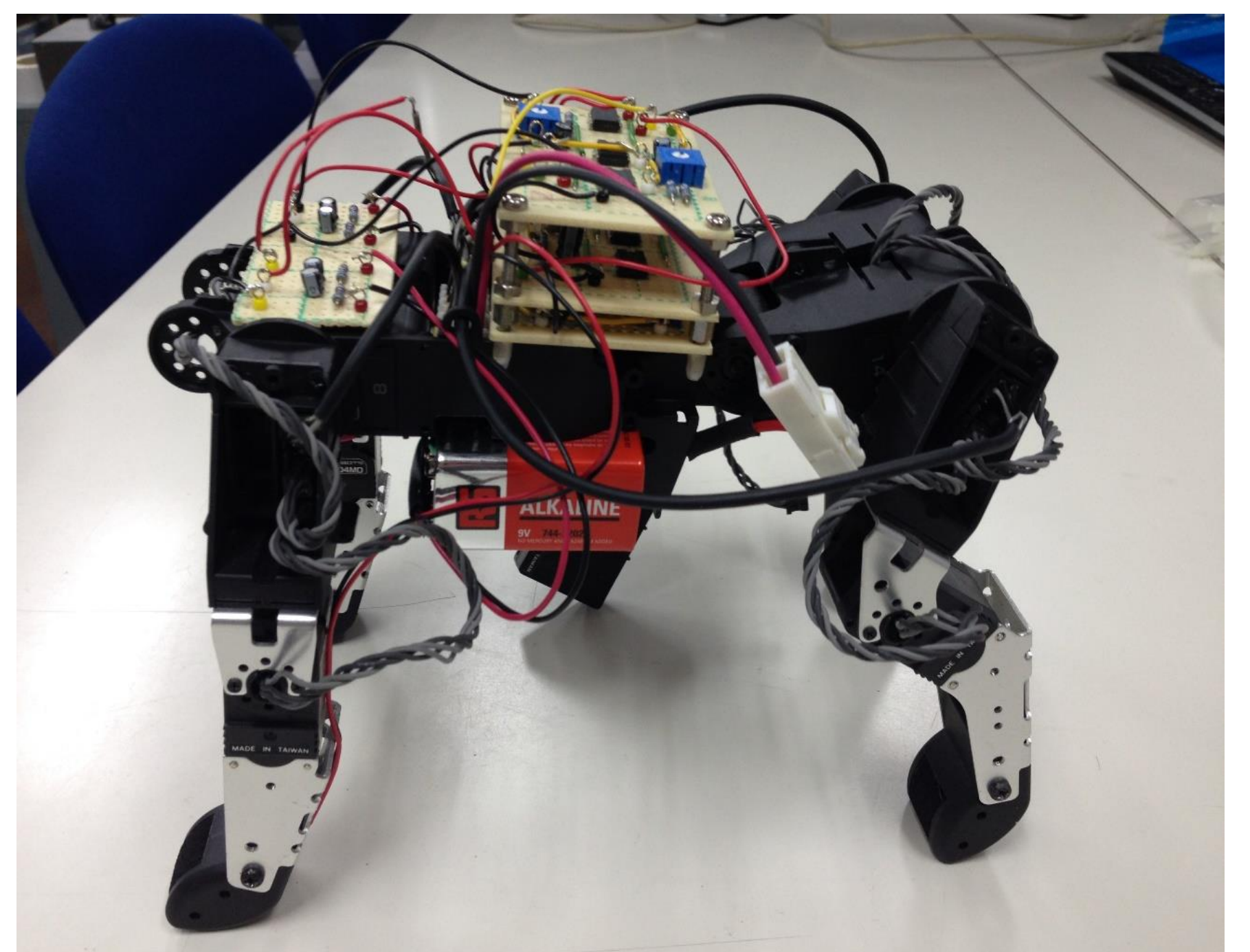
人間や動物の歩行，水泳，飛行などのリズム的な運動は，脳からではなく，CPGにより発生，制御をしています．CPG（Central Pattern Generator）は，人間や動物の脊柱における神経回路（ニューラルネットワーク）です．このCPGの機能をロボットに応用することで，不整地に対し，自律的に適応するロボットが作成可能であると考えられます．そこで，我々は人工知能を持つ四足歩行ロボットを開発するため，CPGの電子回路化の研究を行っています．

右の図は，CPGモデルを用いた四足ロボットの一例です．CPGモデルから生成した信号でロボットの各足を制御します．更に，足裏の感圧センサーの並列処理により，ロボットを不整地に対し自律的に適応させます．

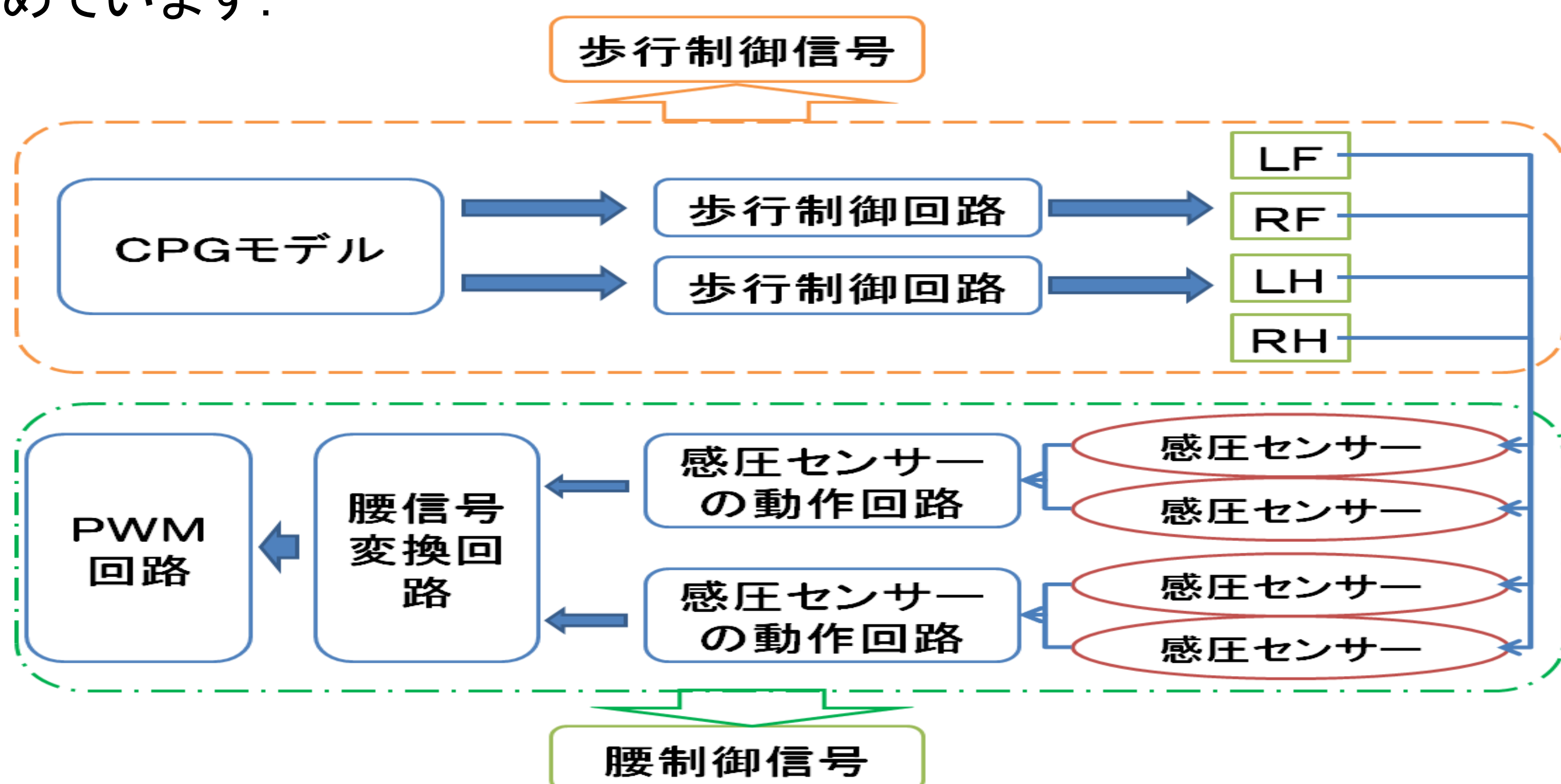
我々は，不整地に対し，自律的に適応する人工知能を持つ四足歩行ロボットの構築を目指して研究を進めています．



想定しているCPGモデルを用いたロボット制御



歩行制御回路を実装した四足歩行ロボット



CPGの動作回路のブロック図

新素材 / 応用物理系

■ 光磁気物性 研究グループ

超高速ハードディスクをつくる

光で物理特性をあやつる

■ 光応用電子工学 研究グループ

超大容量ハードディスク、未来の磁気記録方式を確立する

目に見えない光でナノ領域を見る

宇宙までとどく軽く頑丈で柔軟性のある

スーパーダイヤモンドケーブルをつくる

■ ナノエレクトロニクス 研究グループ

省エネ・省電力の決め手：究極のナノ構造電子デバイスをつくる

原子分子をあやつり新しい応用物理分野を創造する

人類の夢・室温超伝導を実現する

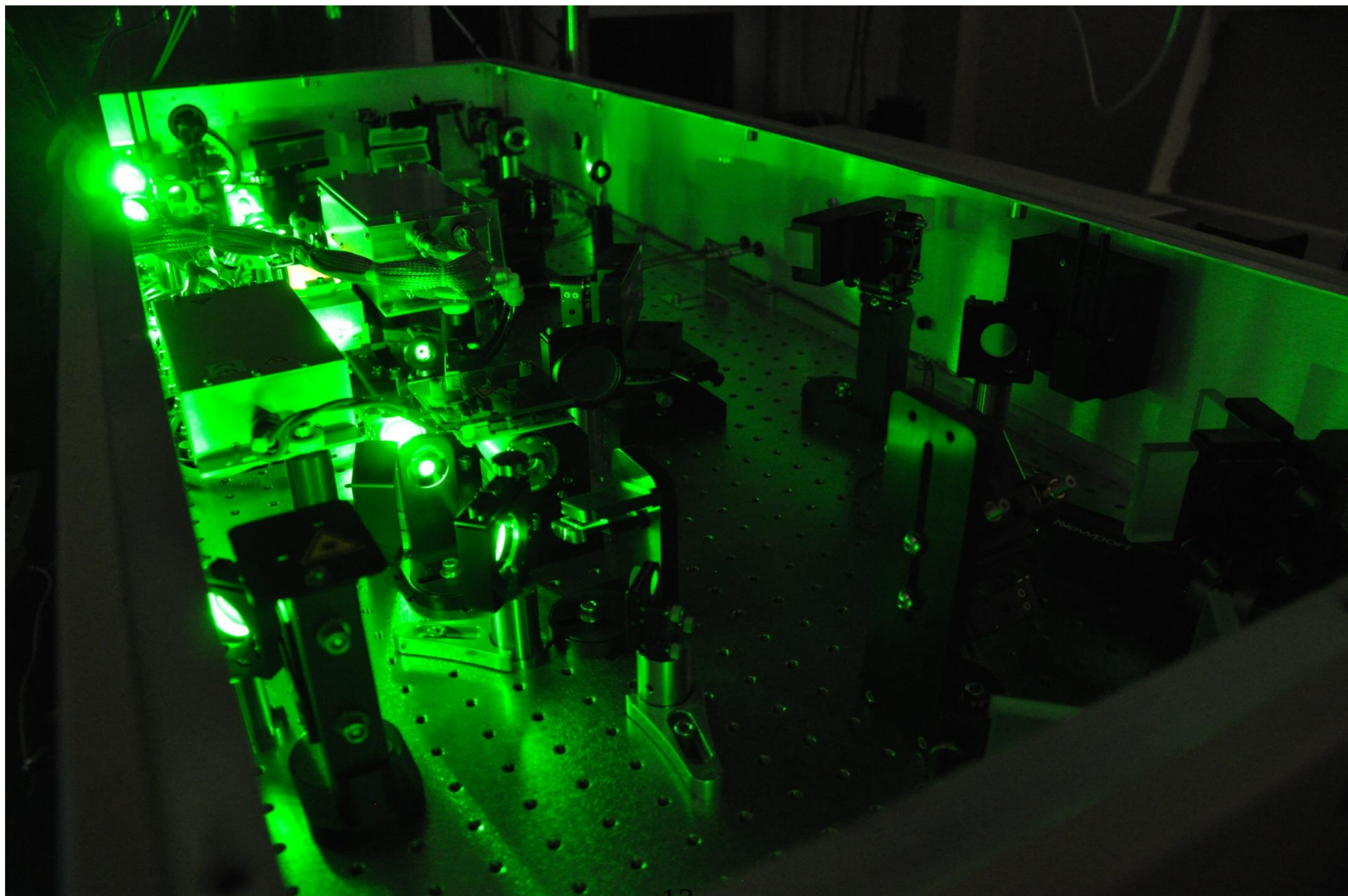
■ 有機エレクトロニクス 研究グループ

紙のように軽くて薄く曲げられるテレビ、コンピュータをつくる

究極に小さなコンピュータを簡単につくる

■ 半導体エレクトロニクス 研究グループ

宇宙放射線からコンピュータを守る



光磁気物性研究グループ

～超高速のハードディスクをつくる～

現在、世界の多くの情報は、ハードディスクドライブと呼ばれる情報蓄積装置に保存されています。これは、堅い円盤（ハードディスク）上に無数に作られたナノサイズの高性能磁石の向きが盤面に対し上向き（1状態）か下向き（0状態）かによりデジタル情報として記憶されています。この磁石の向きを変えることが情報を“記録”する事に相当しますが、現行技術の方法では、これ以上の高速化が原理的に困難な状況まで来ております。

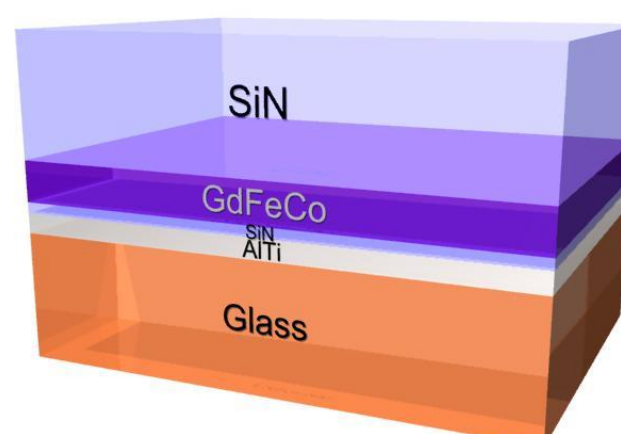
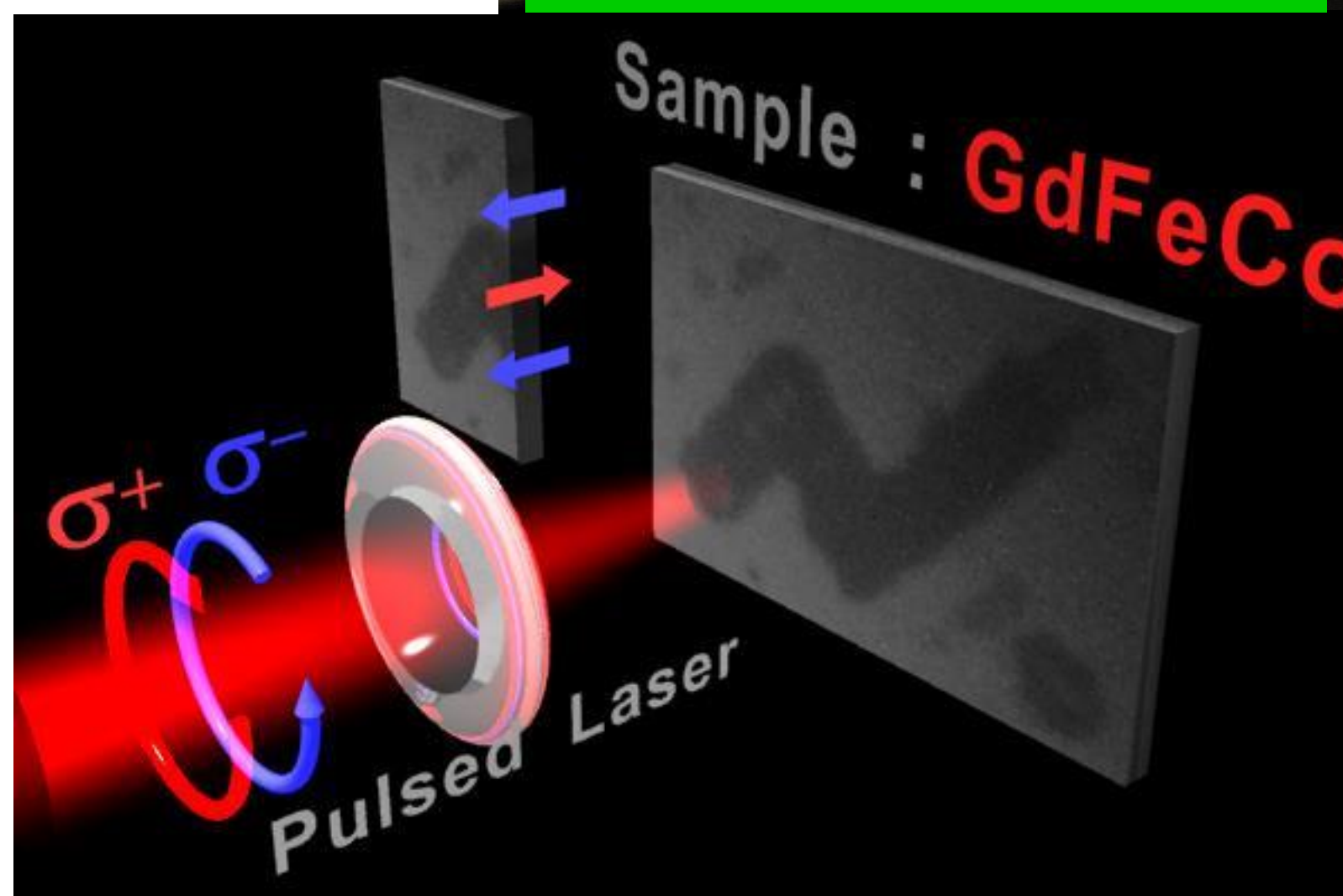
本研究では、全く異なる“光”を用いた従来にない新原理により記録速度を数万倍に高める方法を研究しております。その中心となる原理は、超短単一パルス光照射のみによる「光誘起完全磁化反転現象」で、2006年に国際共同研究により発見しました。従来電磁石による磁場で磁石の向きを変えていたのに対し、極短時間光を照射するのみで“磁気記録”が可能となります。このような超短時間領域（フェムト秒： 10^{-15} 秒）での光-物質間作用に関する実験的知見、原理、ともに未踏領域であり、理学・工学の融合研究が求められ、様々な国内外研究者・機関との連携研究も推進しています。

▼HDD(ハードディスクドライブ)



▼超高速磁化反転

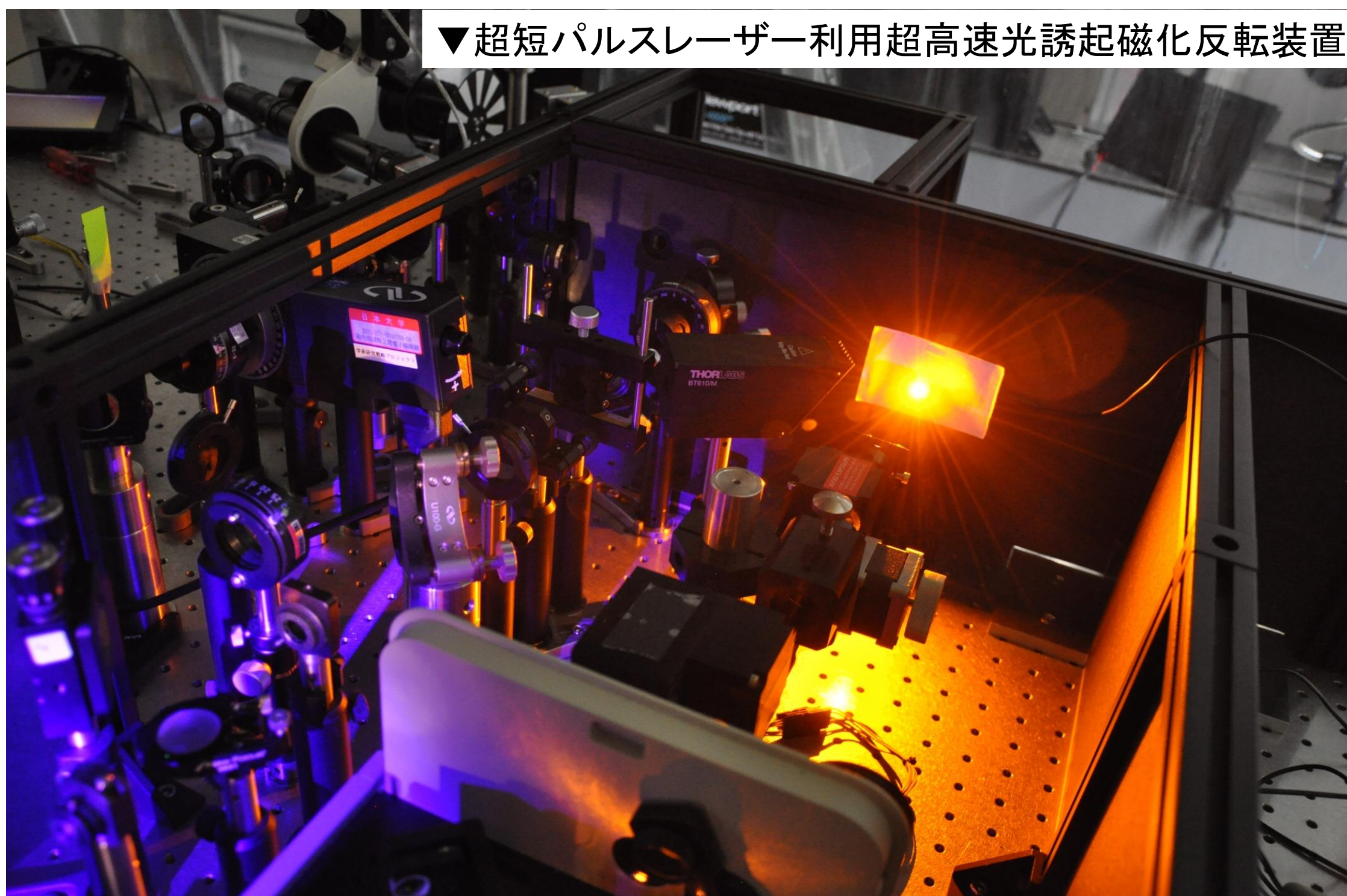
超高速記録の物理



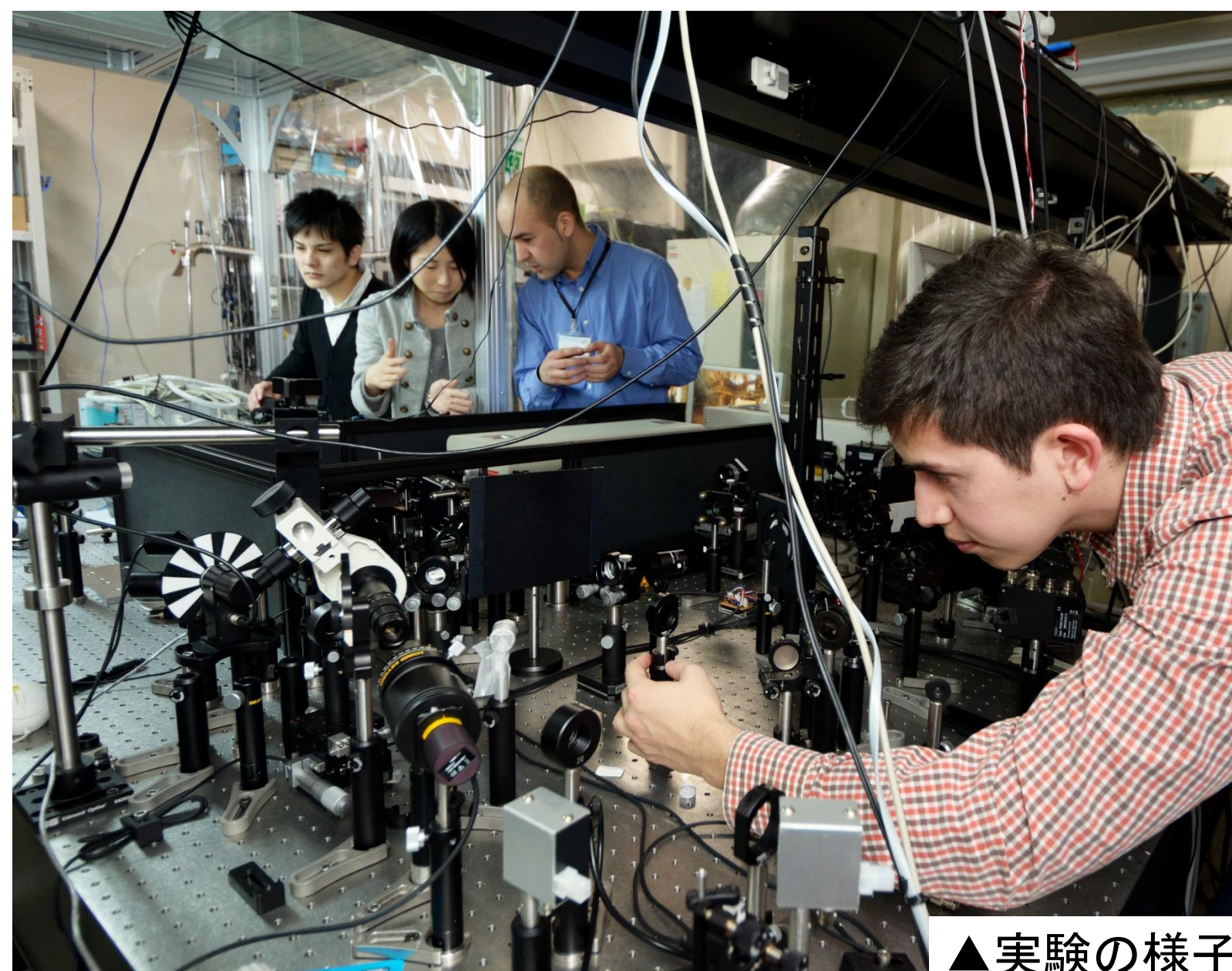
新素材の作製



▲多元超薄膜作成装置



▼超短パルスレーザー利用超高速光誘起磁化反転装置



▲実験の様子

光応用電子工学研究グループ

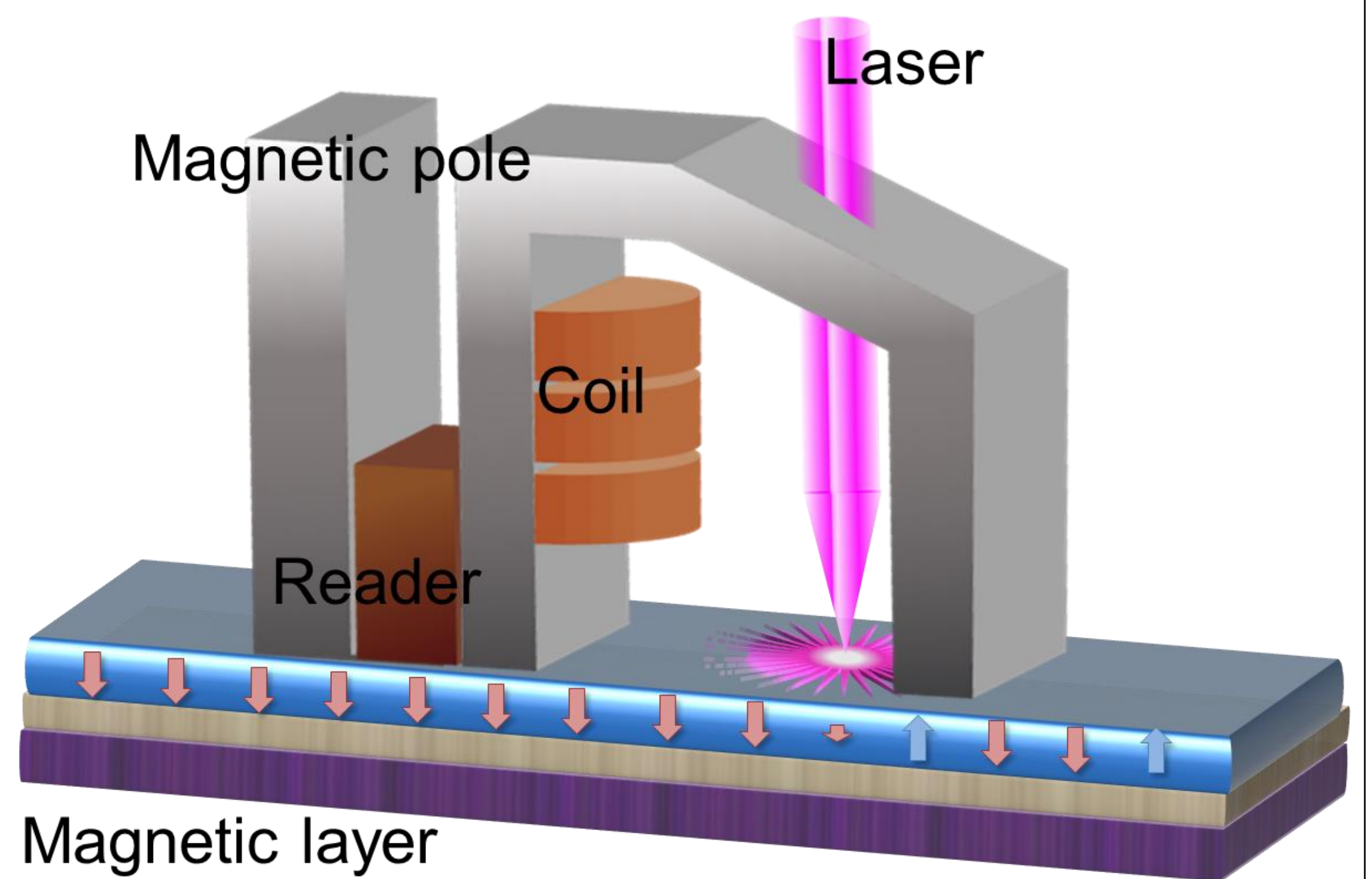
～超大容量ハードディスク， 未来の磁気記録方式を確立する～

ハードディスク(HDD)と呼ばれる磁気ディスクは，コンピュータのメインストレージとして用いられており，またカーナビゲーション，TV用のHDDレコーダなどにも用いられています．また，インターネットで検索した情報，SNSの情報などは，データセンターにある莫大な量のハードディスクに記録されています．安価で大容量であるハードディスクはデジタル情報記録において置き換えの効かない必要不可欠なものです．

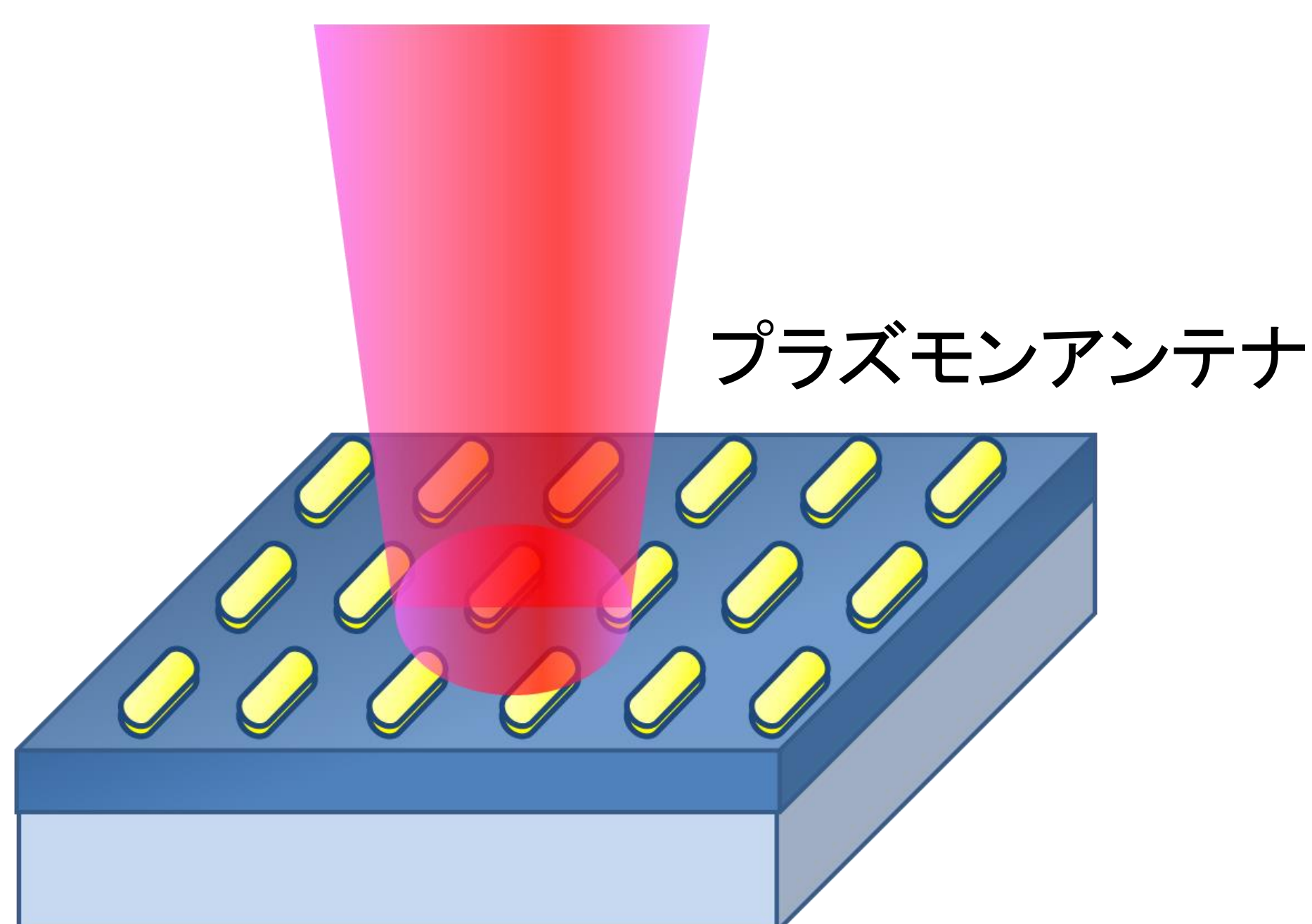
ハードディスクの大容量化に対する要求は終わることはありません．現在は，500円玉の片面1枚に数TBの記録容量を実現することが要求されています．磁石のみで記録・再生を行っている現在の磁気記録方式の限界を打ち破るため，レーザー光や近接場光とよばれる目に見えない光を用いる“熱アシスト磁気記録”と呼ばれる新たな磁気記録方式の確立を目指しています．



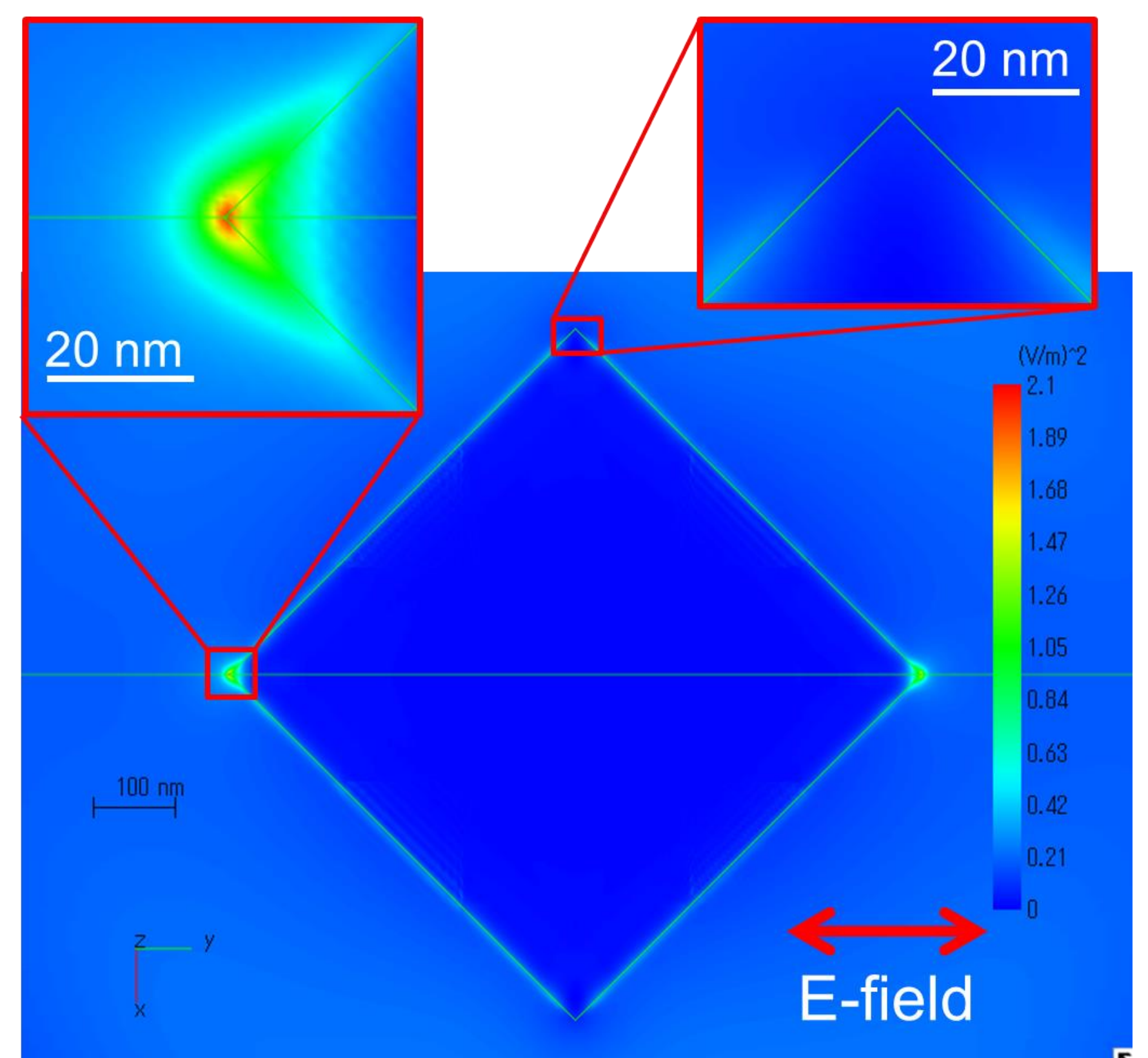
ハードディスク



熱アシスト磁気記録



プラズモンアンテナへの光照射実験



プラズモンアンテナに発生する近接場光

光応用電子工学研究グループ

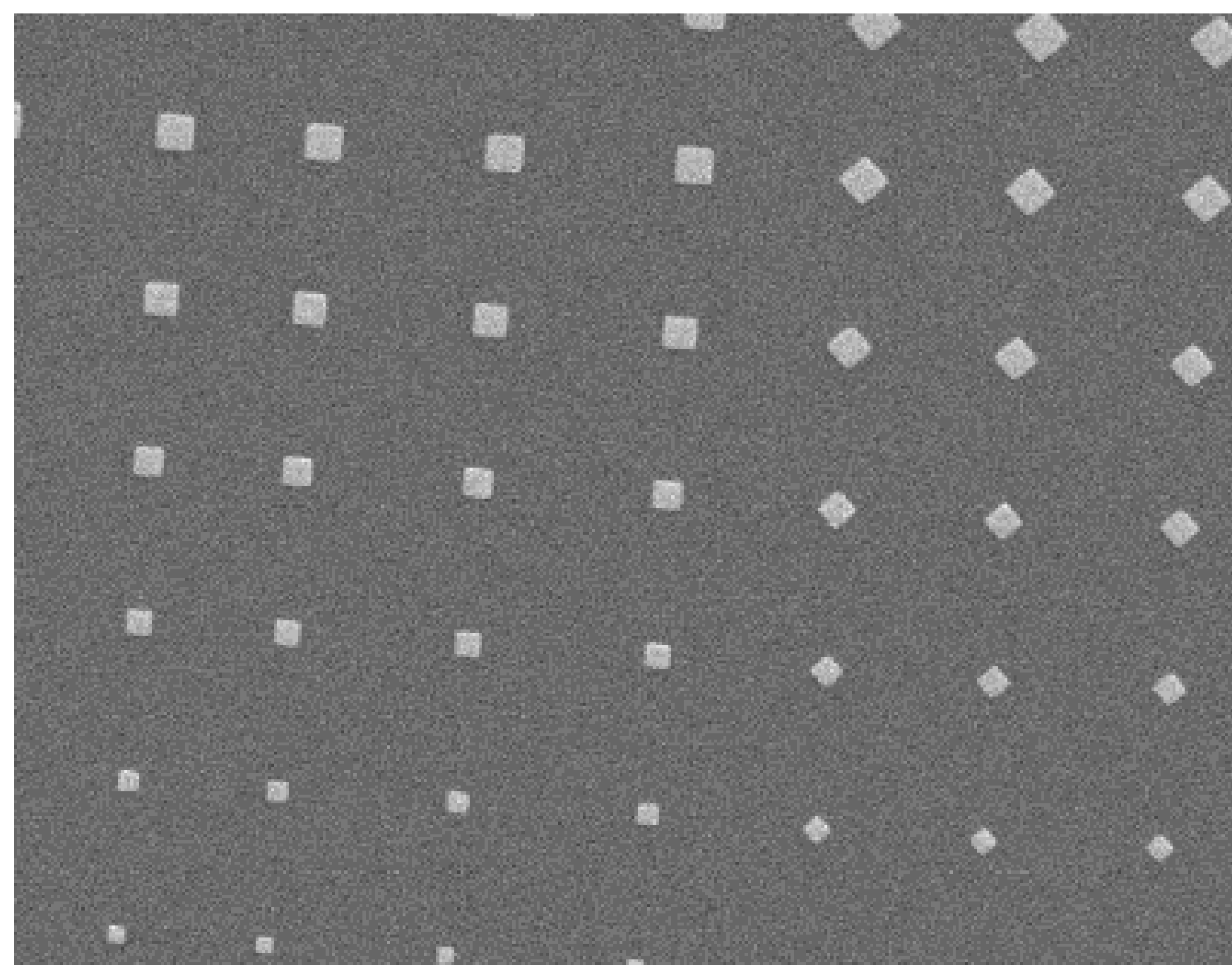
～ 目に見えない光でナノ領域を見る ～

TV, 携帯電話, ゲーム機, コンピュータはもちろん, 自動車, 飛行機, 医療機器まで, みなさんが普段当たり前に使っている電気製品には, ナノテクノロジーが使用されています. 電子デバイスでは高集積化が進んだ結果, 一つの情報を記録する素子のサイズは, 目で見ることができない, すなわち, 光で見ることができないサイズにまで小さくなっています.

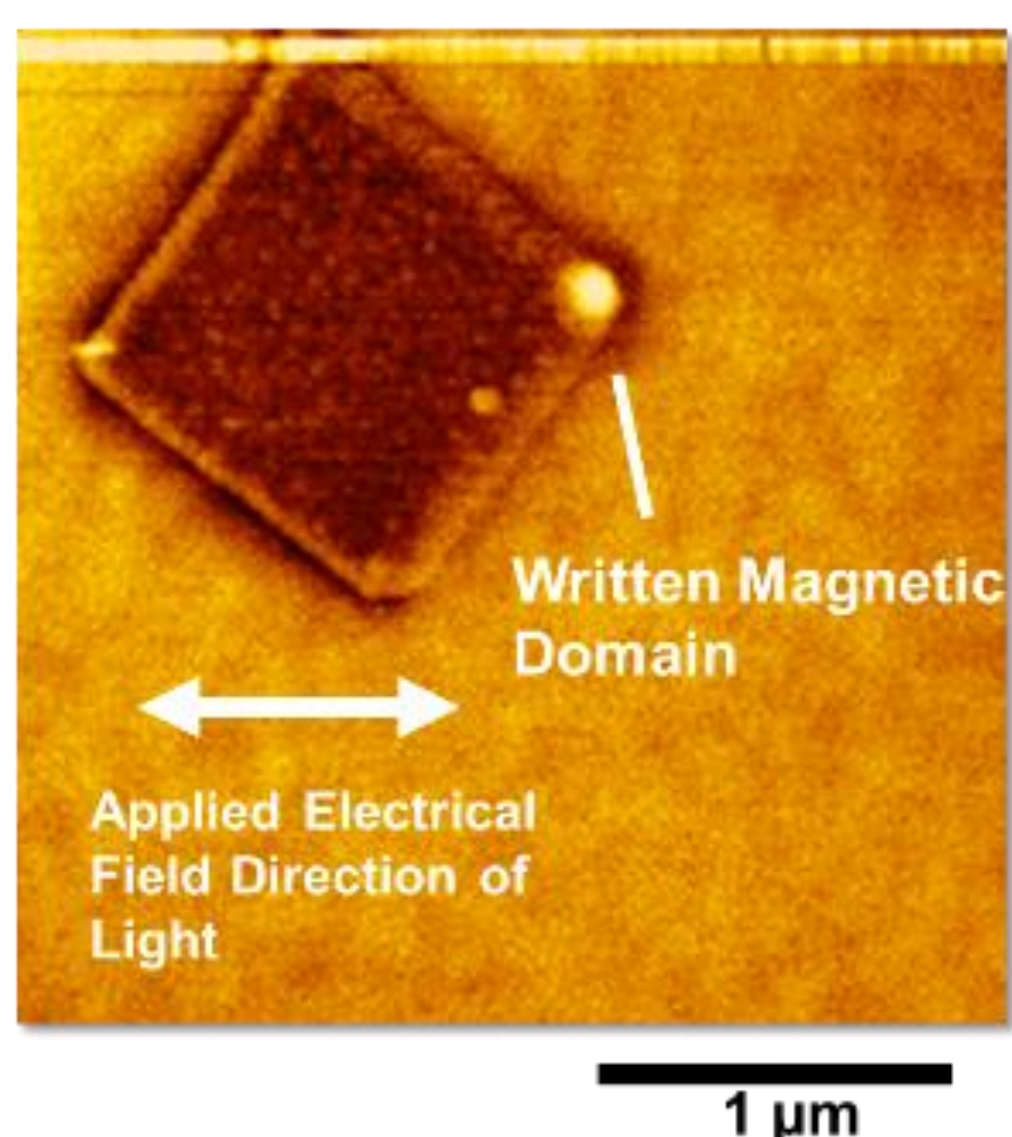
大学では, 通常の光では見えないサイズの素子を作製し, 観察することができます. 電子顕微鏡を使って観察しながら, より小さい素子を作製していきます. 電子線描画装置を用いて, 作製したい素子の形に電子を照射することで, ナノメートル台の極微小な素子を作製することも可能です. 微小な素子に光を当てると, 近接場光と呼ばれる目に見えない特殊な光を発生させることができ, 小さいところを観察したり, 熱源として利用することが可能です.



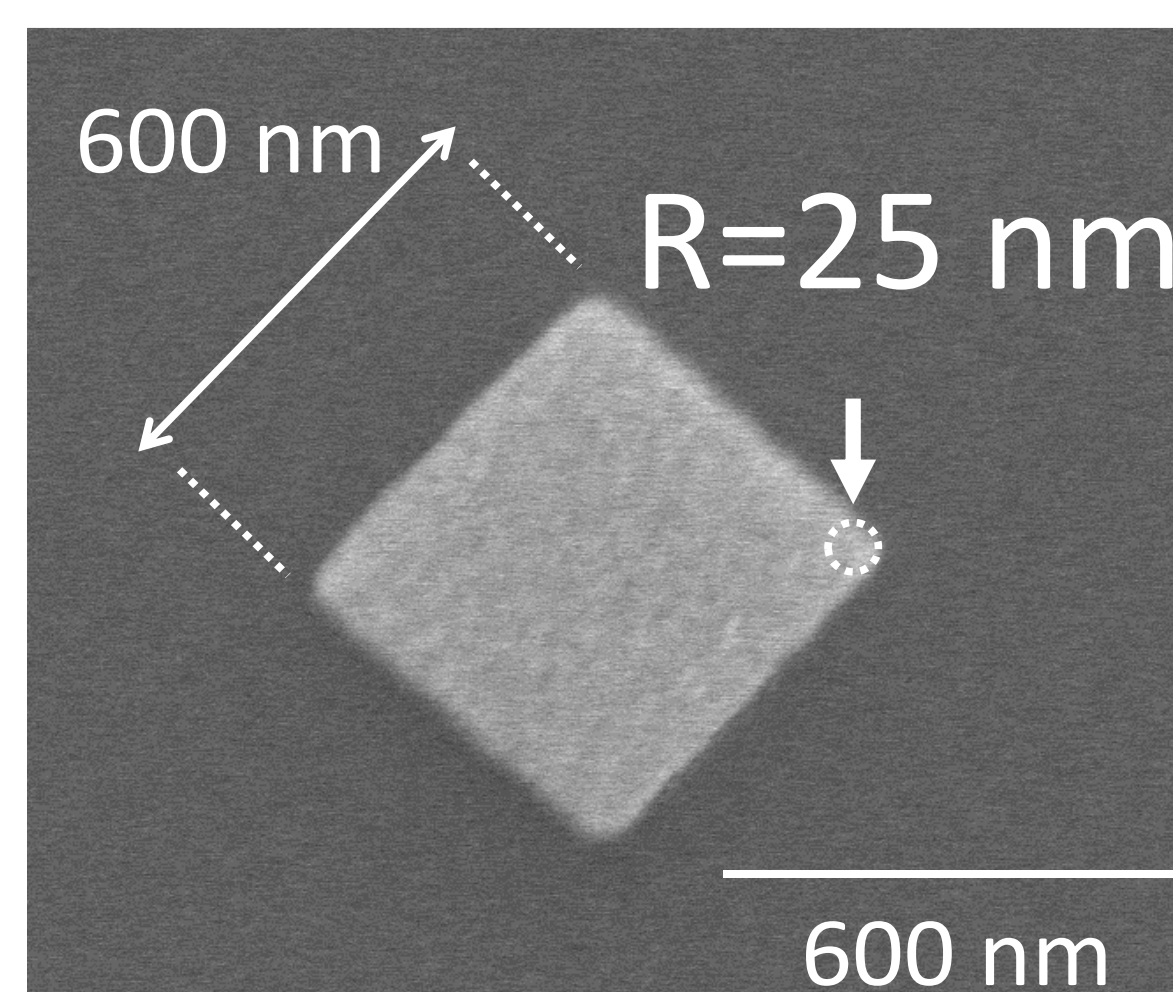
電子顕微鏡を用いて観察



電子線描画装置を用いて作製したプラズモンアンテナ群



プラズモンアンテナを使って記録した磁気ビット

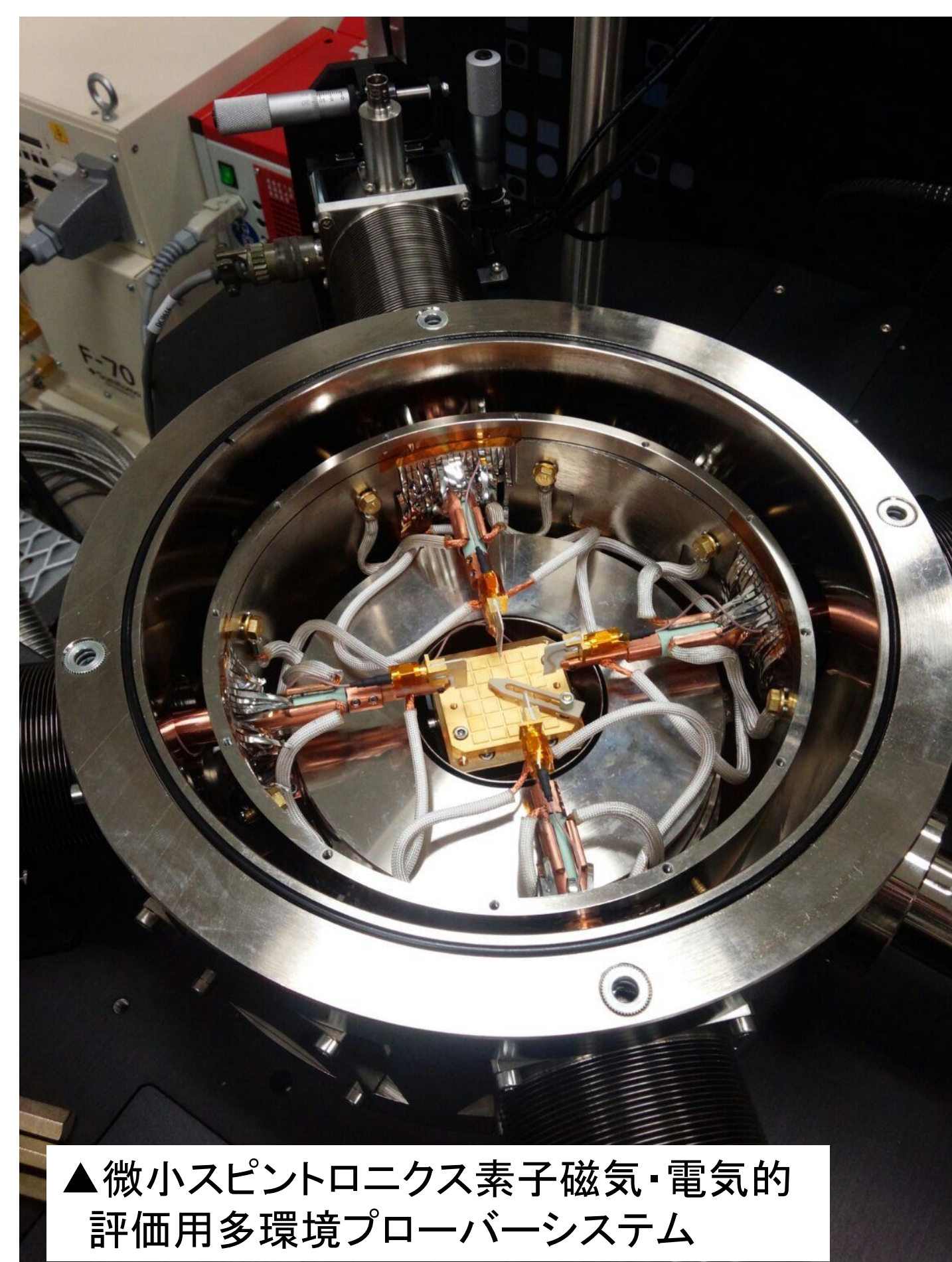


プラズモンアンテナ

ナノエレクトロニクス研究グループ

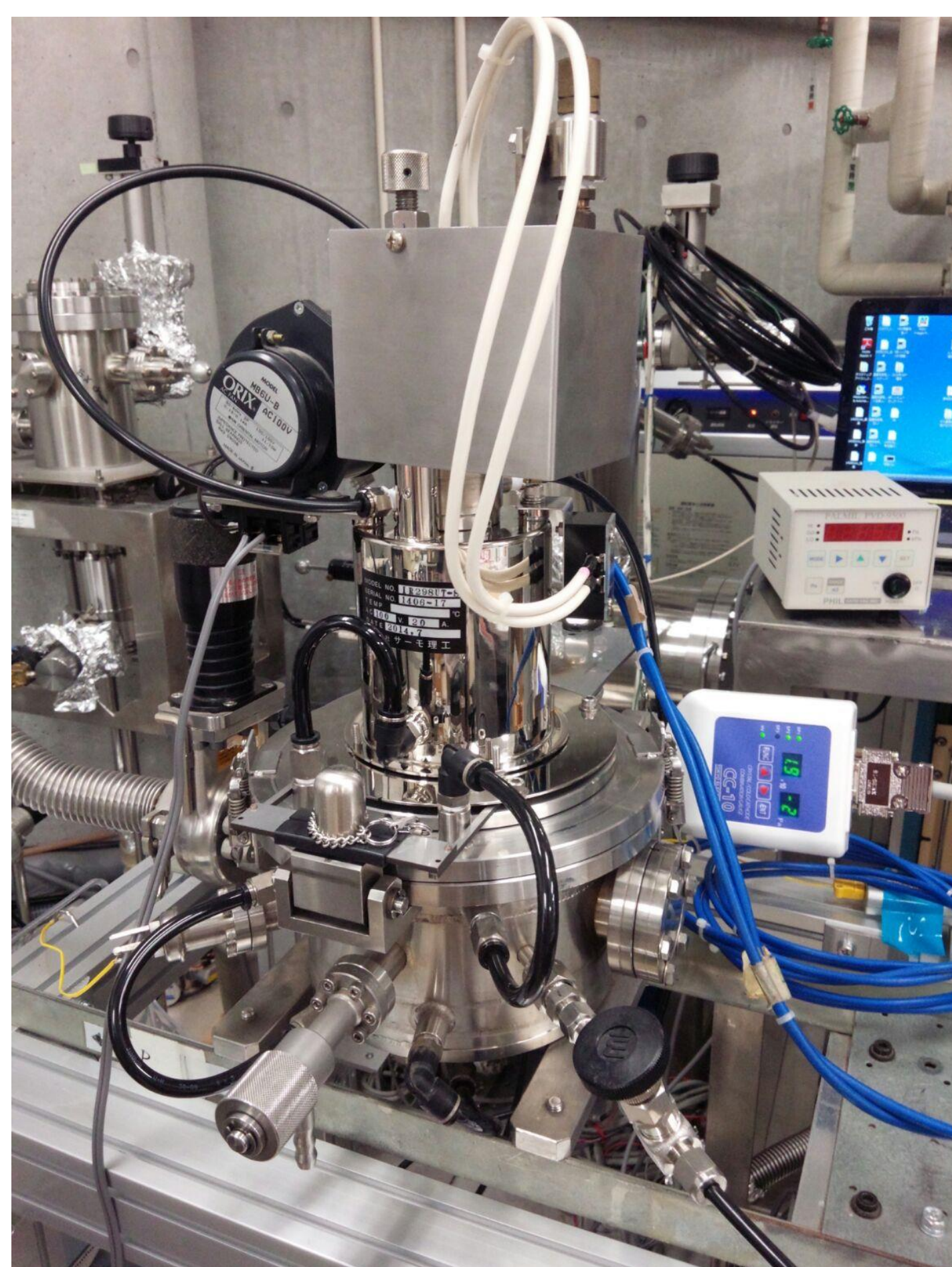
～省エネ・省電力の決め手： 究極のナノ構造電子デバイスをつくる～

ナノ・テクノロジーの飛躍的進歩による、エレクトロニクスの発展により、今日の高度情報化社会を支えるITC技術がもたらされました。これら技術革新は主に電子素子/回路の「微小化」「高集積化」という考え方により、超高速・小型・高機能・低消費電力な電子装置を作り出してまいりました。一方、ナノスケールでのモノづくりが追及された今、これ以上「微小化」「高集積」する事で高機能化する事は困難となっています。本研究グループでは、電気、電流を利用するエレクトロニクスと、磁石の性質を利用するマグネティクス(磁気工学)が融合した、スピントロニクスと呼ばれる新分野に含まれる研究を進めております。ナノ・スケールに置いて顕在化する、電気、電流と磁石がお互いに関係し合う新たな現象を探求、利用しようというものです。応用上は、半導体メモリであるDRAMと磁気記録メモリであるHDDの良い特徴を合わせた、磁気ランダムアクセスメモリMRAMに関する新材料や、電流により磁石を制御し記録するためのスピントランスファー・トルクSTTと呼ばれる現象/応用方法等の研究を企業とも連携し推進しております。

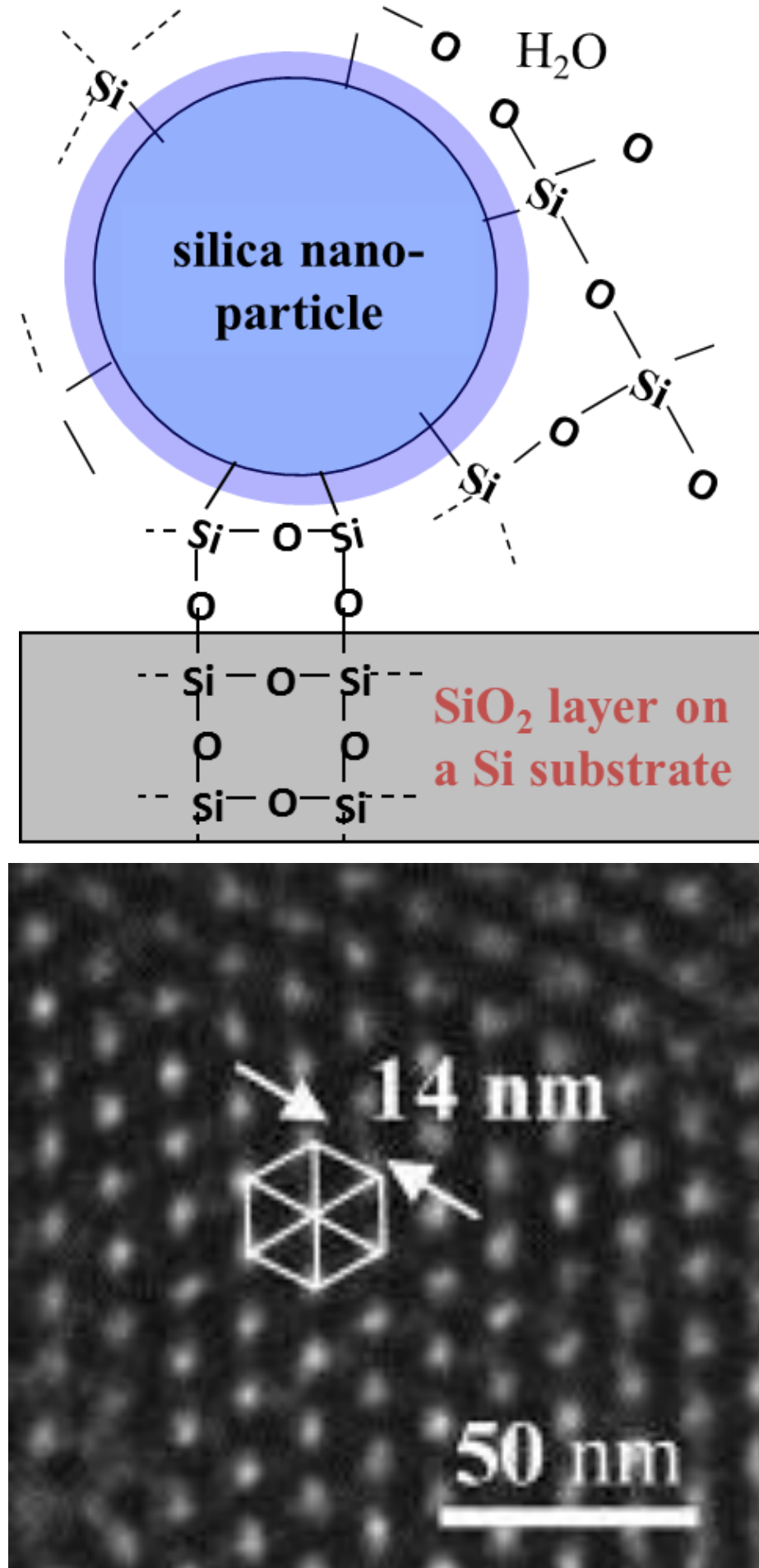


▲微小スピントロニクス素子磁気・電氣的評価用多環境プローブシステム

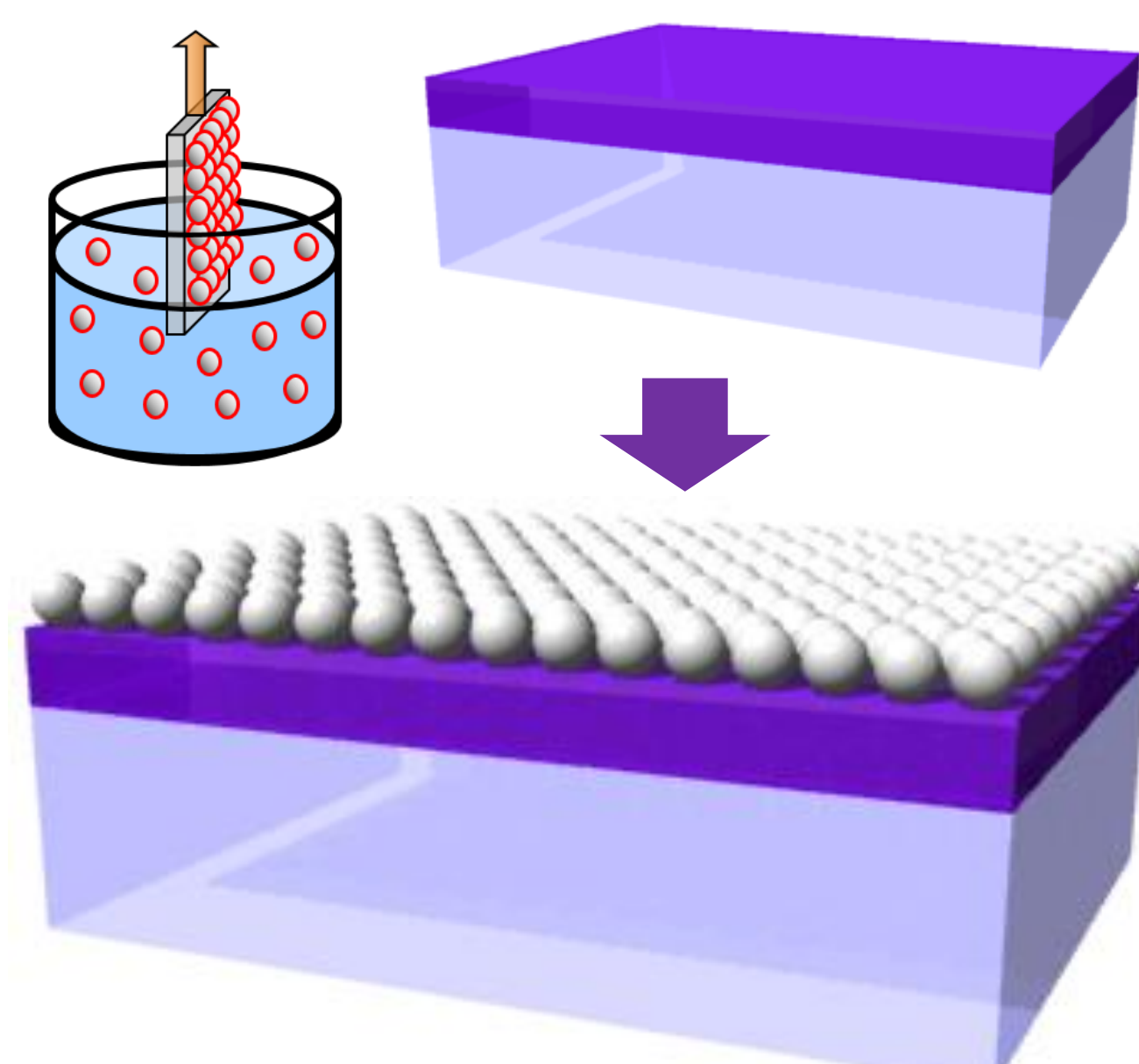
ナノ・サイズでの高性能磁石の作製や、規則正しい配列化等、種々の新たな素材開発やナノ構造形成手法も要求されます。ユニークな高速熱処理結晶化法の開発や、自然の持つ性質を利用した“自己組織/集積化現象”を利用したナノ鑄型構造形成等の研究も行っております。



▲高真空高速熱処理炉



▲自己組織化現象を利用したナノ空孔配列形成



▲自己集積化現象を利用したナノ粒子の配列化

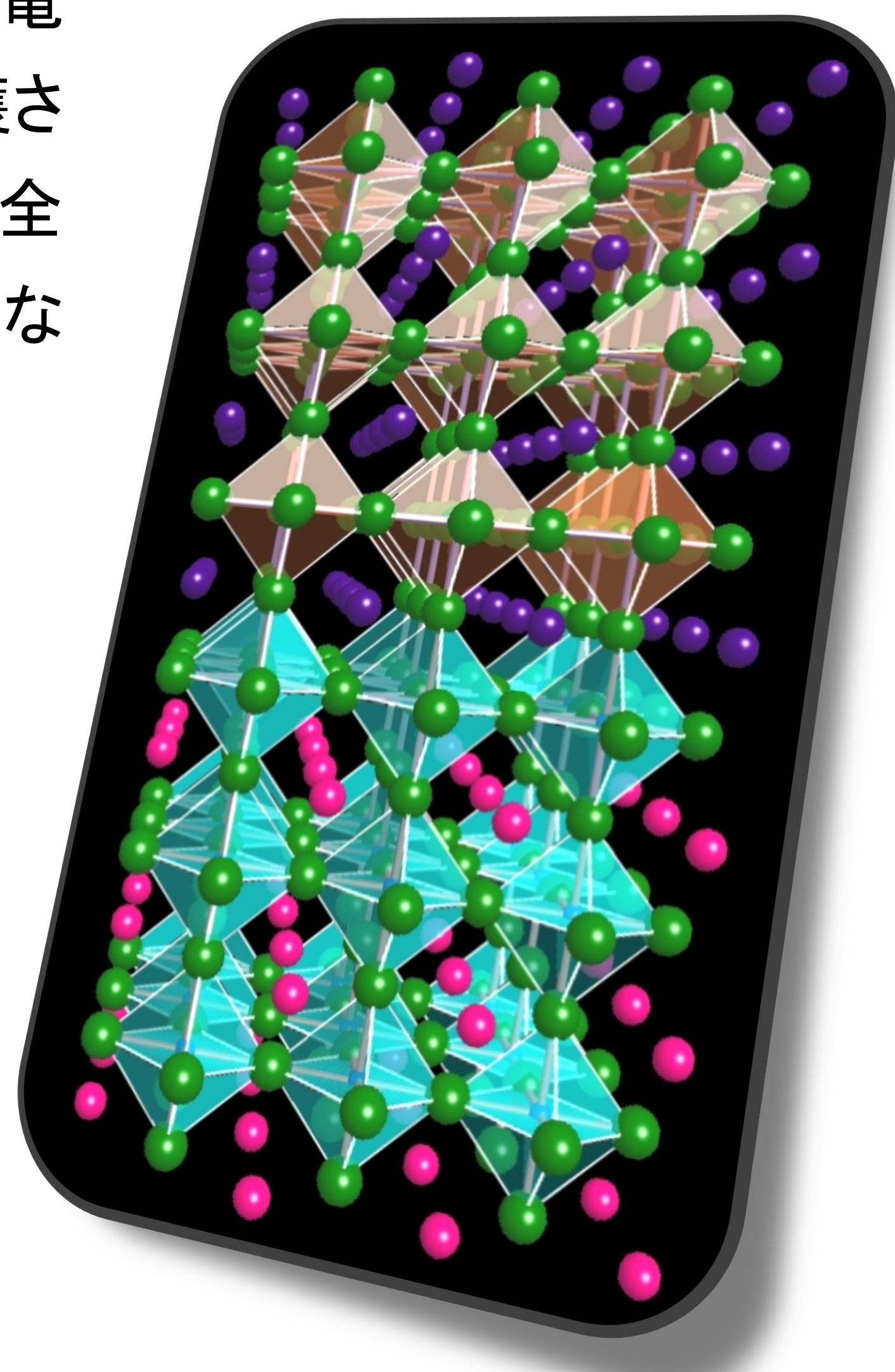
ナノエレクトロニクス研究グループ

～省エネ・省電力の決め手：

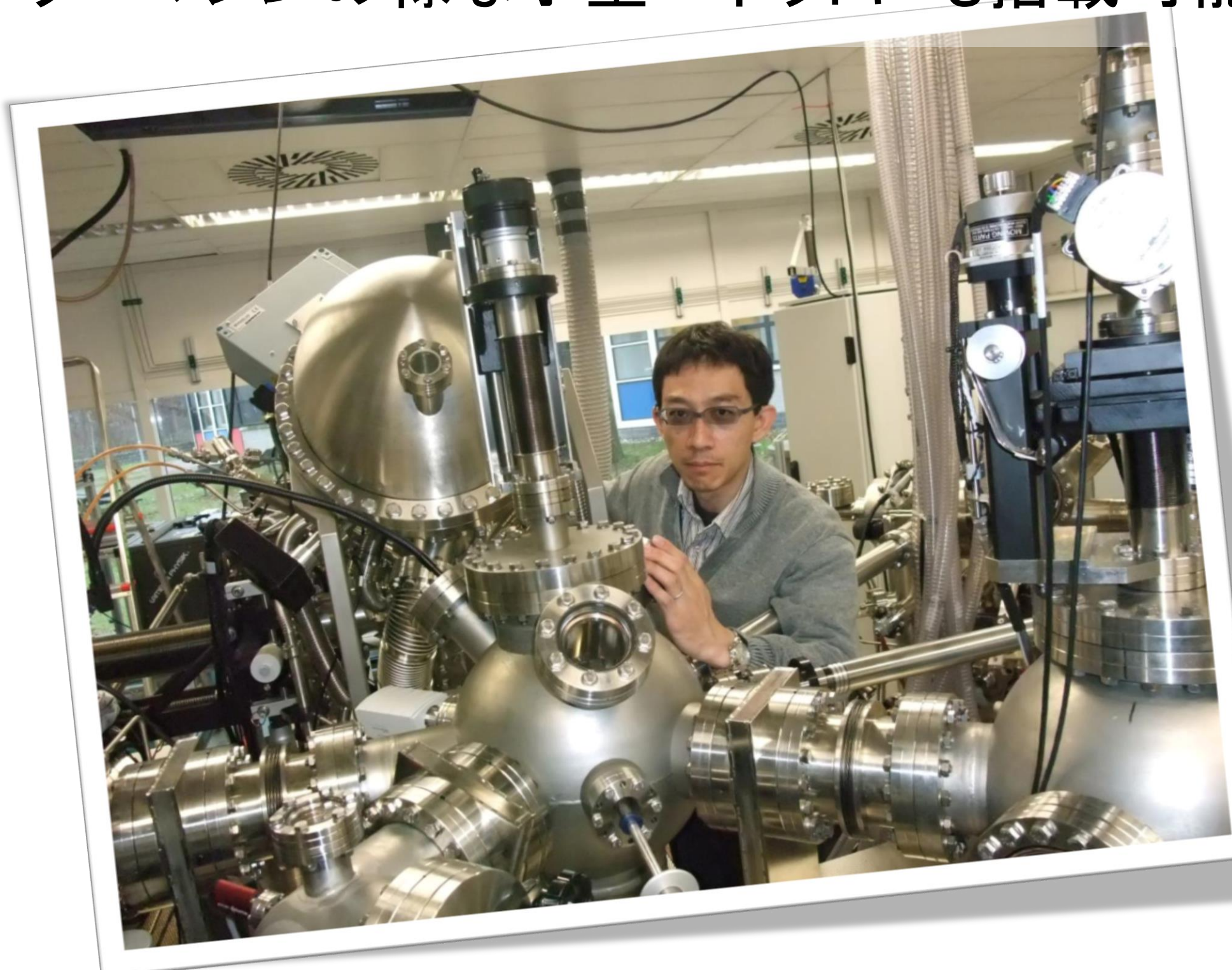
究極のナノ構造電子デバイスをつくる～

現在の電子機器・電子素子には、半導体、例えば、Si(シリコン)が主に使われています。その半導体がトランジスタや発光ダイオード(LED)、メモリの性質を表すのは、キャリア(電子と正孔(ホール))が動き電流になったり、ある場所に捕獲されて電荷が溜まった状態を維持できるからです。これらは全て電氣的性質を極めてうまく活用しているからです。しかしながらジュール熱によって電力消費に無駄があります。

我々が行っている研究は、電氣的性質を活用しつつ、磁氣的な性質や圧電(ピエゾ)効果を取り入れ、外部からの様々な信号に対応できる全く新しいコンセプトに基づいた電子素子を開発することです。いわゆる機能が豊富な多機能電子素子です。この新素材は理想的には電流を流さないでメモリ効果を発現したり、局所磁場を発生させることが可能です。メモリされた記録は電源を遮断しても保持される不揮発性メモリであるので、パソコンの電源をOFFしても情報は保持されます。すなわち超低消費電力でパソコンや電子機器を動かすことが可能となります。また、超低消費電力で機能する性質を活かし、マイクロマシンの様な小型ロボットにも搭載可能となります。



異なる物理特性を示す物質を原子レベルで重ねて作製した新物質・新素材の模式図



新素材作製装置・評価装置と共に

上記のような特殊な新素材を作製するには、自然界には存在しえない特殊なナノ構造体を自ら設計・作製する必要があります。このように、数ナノメートルから数十ナノメートルの非常に小さな新素材を考え通りに設計・作製し、機能を発現させることは、物性物理、電子素子応用をめざす研究者にとって、非常に興味の湧くところです。

新しい応用物理分野を創造する ～

-19-

ナノエレクトロニクス研究グループ

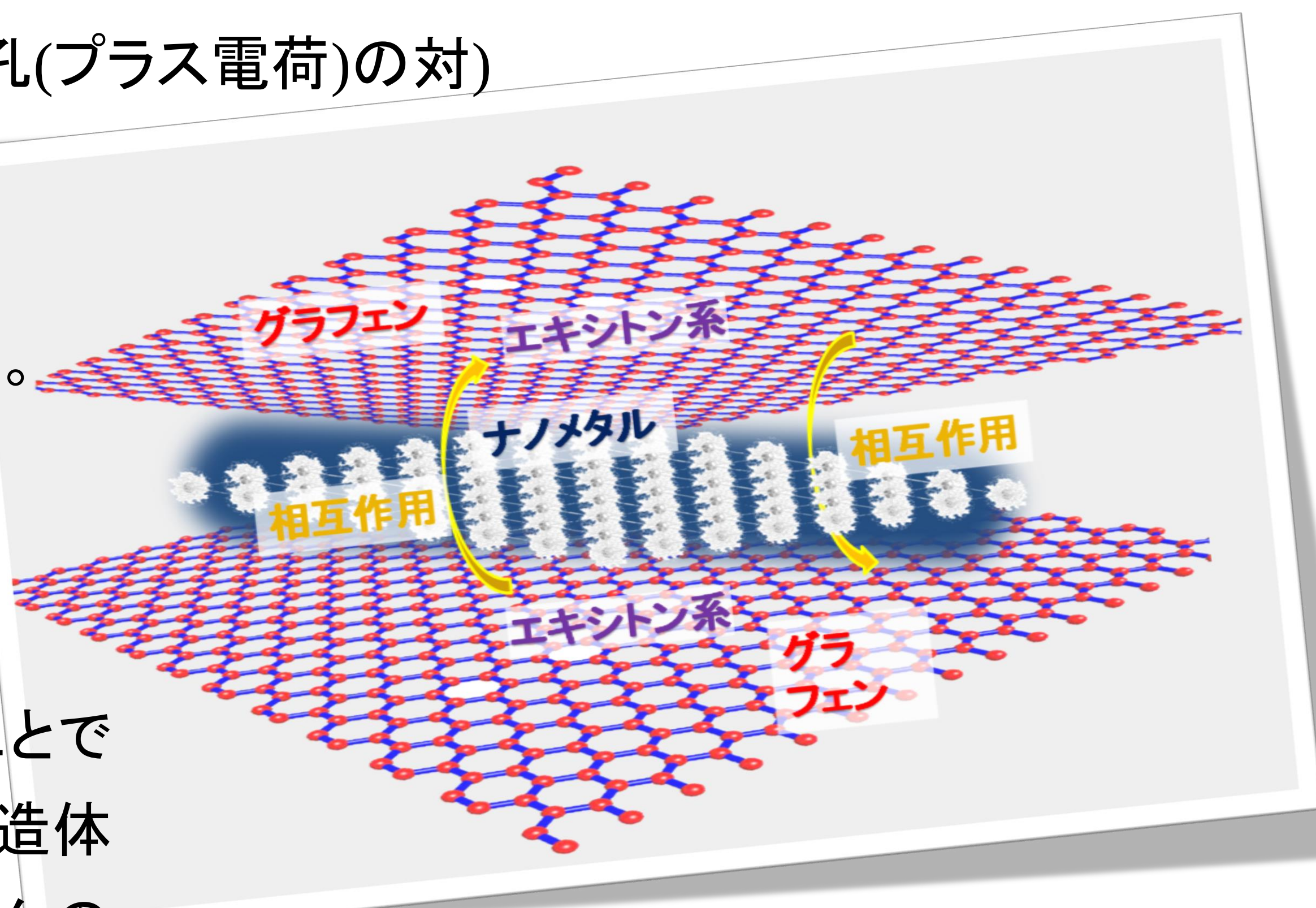
～人類の夢！室温超伝導を実現する～

超伝導はその名の通り、「超」伝導である。金属に見られる電気伝導の特別な状態となり、抵抗が「ゼロ」になります。同時刻において地球上の全人類が上を見上げているような非常に特殊な状態であって、「ボーズ・アインシュタイン凝縮」と言います。我々はこの特殊な状態を室温で発現する物質を探索、設計・作製しています。身近な応用例として、超電導リニアモーターカーがあります。近年、600km/h以上の世界最高速度を更新したと報告されました。

液体ヘリウム温度(マイナス269℃)における超伝導の発見からすでに1世紀以上たちました。最近では、その他応用例として、電力送電、高精度核磁気共鳴(NMR)等が注目されていますが、特にエレクトロニクス分野では、SQUIDと呼ばれる超高精度磁気測定器による脳磁計測あるいは超高速スーパーコンピュータへの応用が研究されはじめています。ただし、現状ではいずれも極低温冷却が必要であるため、身近なものとなっていません。しかしながら、冷やさなくても超伝導の世界が実現する「夢の室温超伝導体」が発見されれば、私たちの生活は劇的に変わります。車が浮き走行することも可能となるでしょう。この時、ガソリンは必要無くなり、環境汚染問題も大きく低減できます。我々は、室温超伝導体合成には、ナノ物質や有機物など新しい材料系の探索研究に大きな期待を寄せています。

図に我々が現在研究している特殊なナノ構造体の模式図を示します。非常に薄い、原子1-2層程度の厚みの金属層を炭素原子が2次元的に蜂の巣(ハニカム)構造状に配列したグラフェンで挟み込みます。1枚のグラフェン、もしくは、2枚のグラフェン間にエキシトン(電子(マイナス電荷)と正孔(プラス電荷)の対)

が発生し、金属層の電子がエキシトンに引き寄せられる事によって、電子が対になったクーパー対が生成されます。このとき、「ボーズ・アインシュタイン凝縮」状態となり、超伝導が発現します。「室温超伝導」発現にとって重要な点はエキシトンのエネルギーが大きいことです。このような「室温超伝導」を示す構造体は、他にも様々に考えられます。皆さんの何気ないひらめきが「室温超伝導」達成に貢献できる可能性はゼロではありません。



電子とエキシトン相互作用に基づく室温超伝導モデル実現へ向けての提案と探索研究

有機エレクトロニクス研究グループ

～ 紙のように軽くて薄く曲げられる テレビ、コンピュータをつくる ～

有機物・有機分子は、これまでエレクトロニクスを支えてきたSi半導体(無機物)と異なり、有機分子1つで様々な機能を発現します。この機能は、電気を流す金属や半導体・絶縁体、光を吸収するフィルター、発光素子(LED)等、様々です。さらにサイズはナノスケールであり、曲げられる特徴を持っています。よって、紙やプラスチックに回路を作り込めば、手軽に持ち運べるテレビやパソコンが作製可能となります。未来の情報化社会を牽引する次世代の電子機器となります。

我々は、現在、単層カーボンナノチューブ(SWNT)(図1、図2(a))を究極に小さい極微細トランジスタや超高精細LEDやTVに応用すべく研究を行っています。SWNTは、炭素原子が2次元的に蜂の巣(ハニカム)構造状に配列したグラフェン(1枚の紙と想像してください)(図2(b))を筒状に丸めた構造です。図3は、1本のSWNTをトランジスタ型に形作った模式図になります。これが、究極に小さい極微細トランジスタであり、超高速・超低消費電力・超高密度の3つの先進的な特徴を持っています。紙やプラスチックに作り込めば、もはやパソコンを持ち運んでいることすら忘れてしまうでしょう。また、超高精細TV応用として、例えば、コンタクトレンズ型4k-TVも作製できる可能性を秘めています。

上記の研究は、日本大学理工学部に設置されている電子線利用研究施設の加速器を利用しているため、本学独自の研究です。そのため、世界初の研究成果も達成しています。



図4: 電子線加速器
@日本大学理工学部

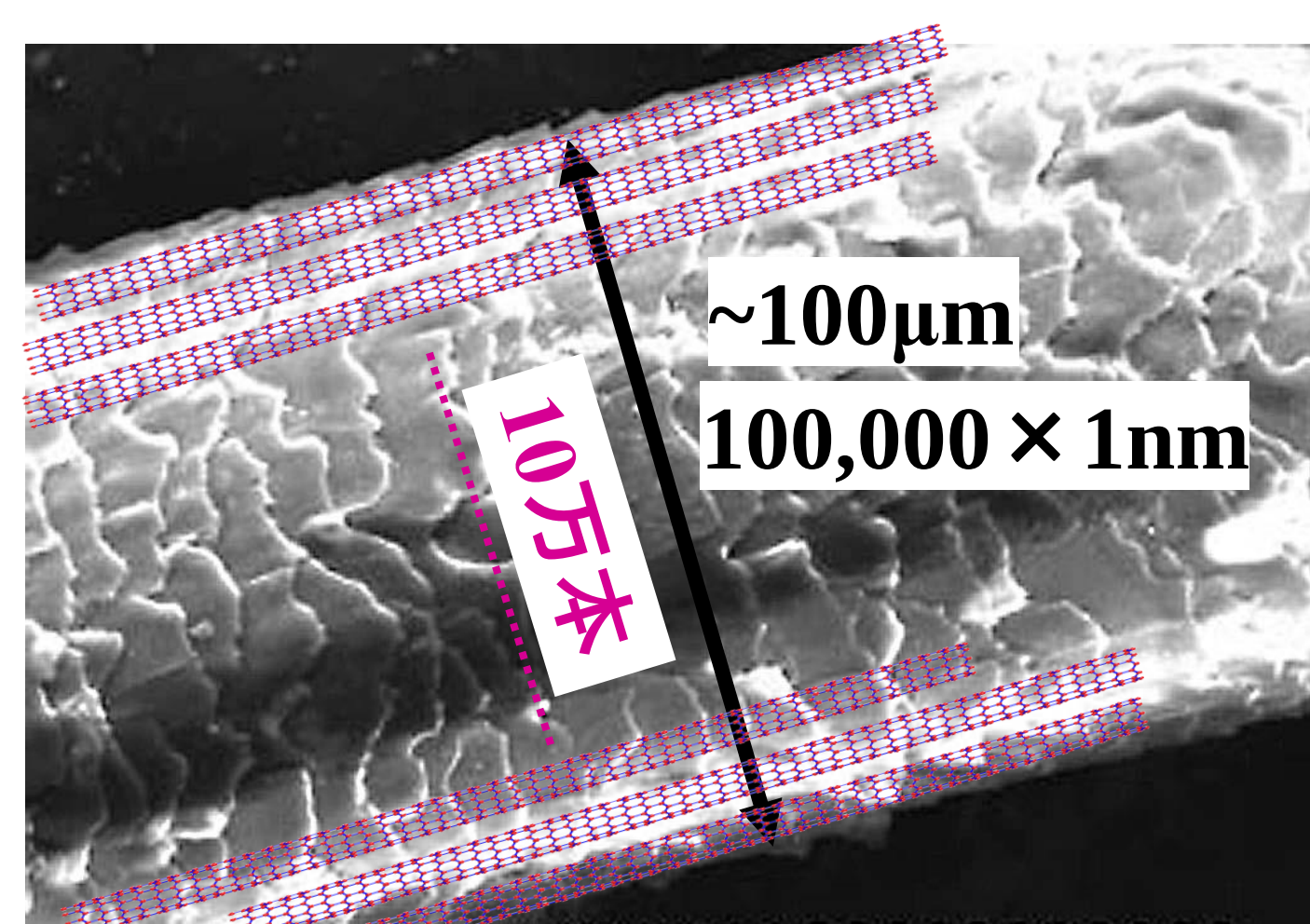


図1: 単層カーボンナノチューブは、髪の毛1本に100,000(10万)本並べられるほど非常に小さな直径(約1nm)を持っています。この極微細SWNTを様々な応用に適用します。

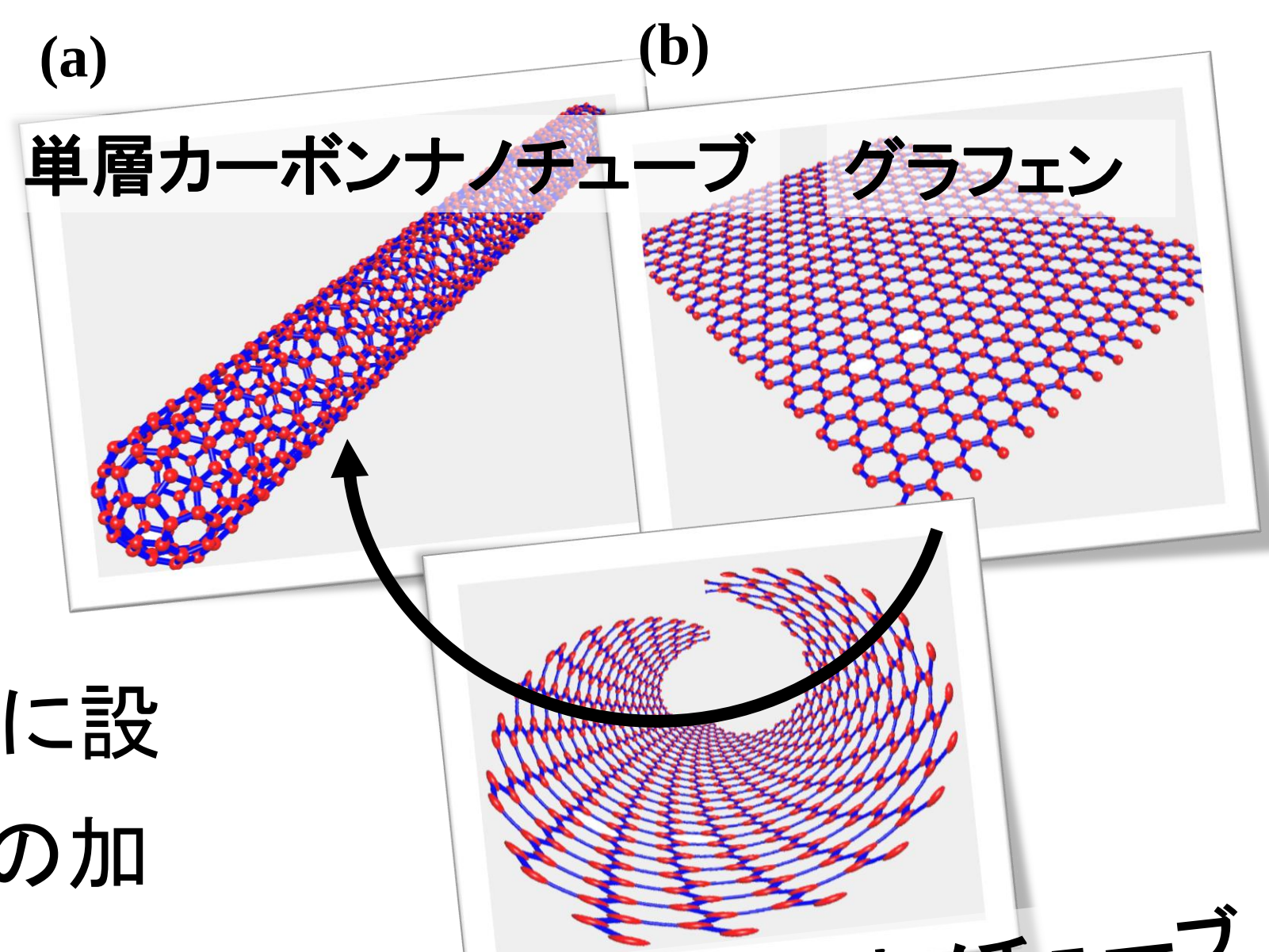


図2: 炭素で出来たナノチューブ、グラフェンの変形

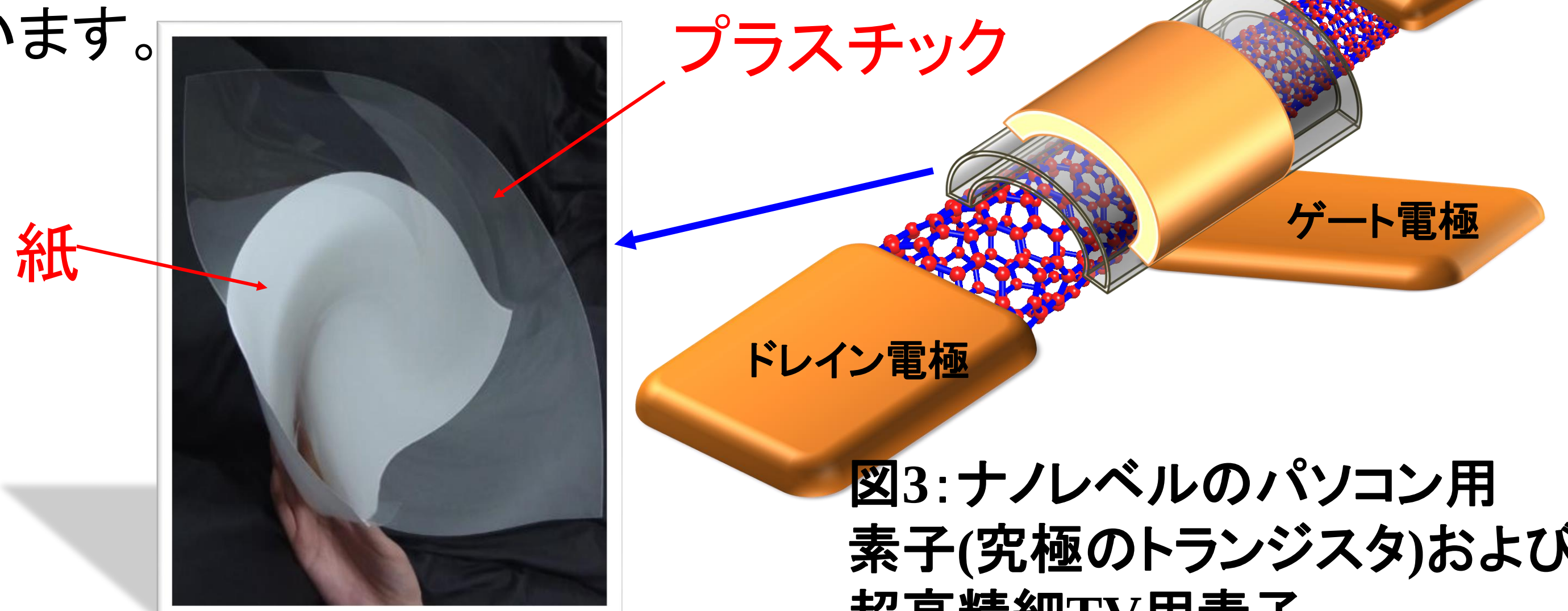


図3: ナノレベルのパソコン用素子(究極のトランジスタ)および超高精細TV用素子

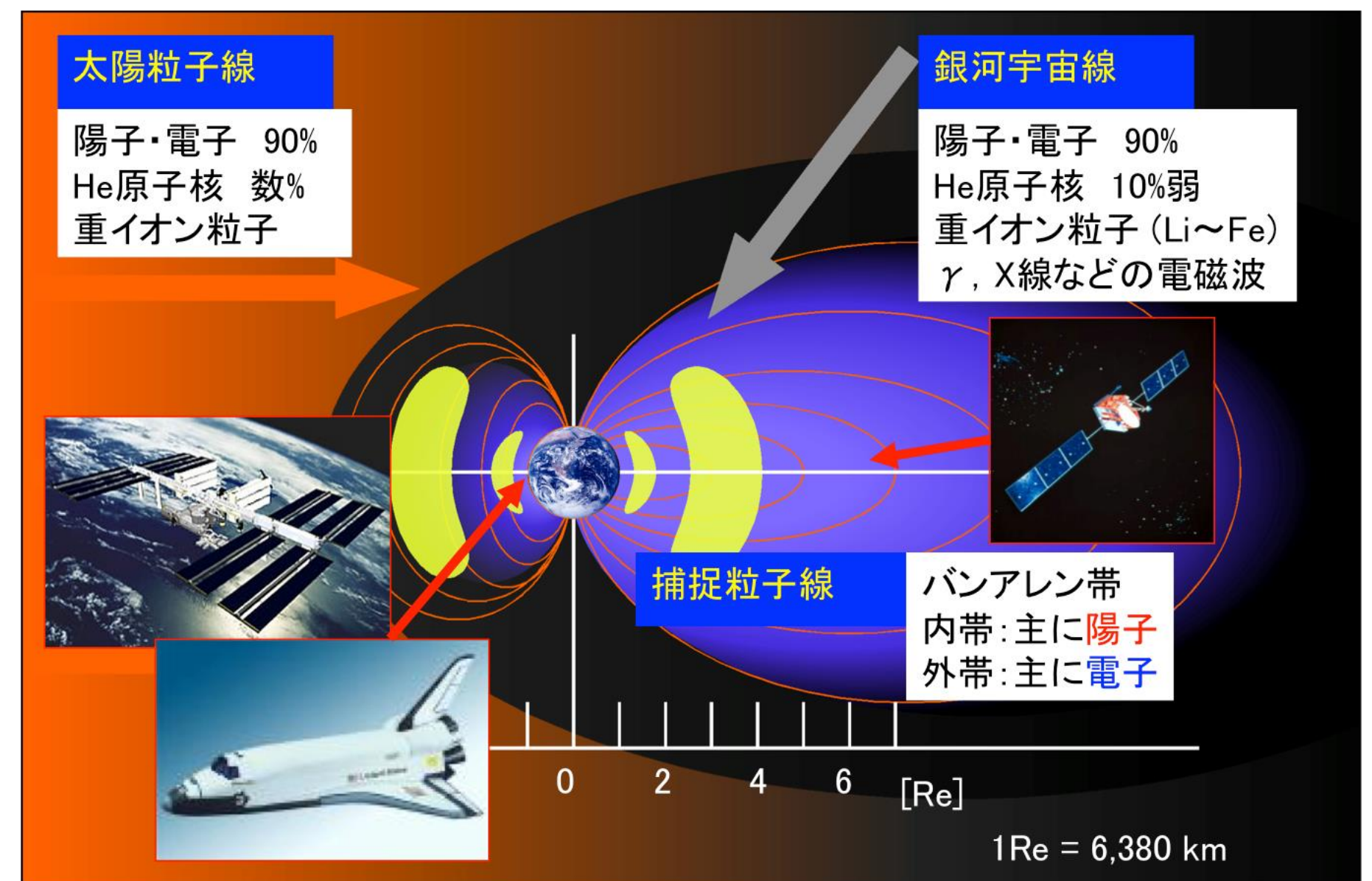
半導体エレクトロニクス研究グループ

～宇宙放射線からコンピューターを守る～

コンピューターはにおける計算および情報記憶は、そのほとんどが半導体集積回路デバイス(LSI)により行われています。この半導体デバイスは非常に高い信頼性を有しており、今やコンピューターの計算結果を疑う人はいないと思います。

コンピューターは地上だけでなく、人工衛星などに搭載され宇宙でも活躍しています。ただし、宇宙は過酷な放射線環境であり、半導体デバイスに宇宙放射線が当たると、一時的に誤動作を起こしたり、永久に機能を失ってしまうことがあります(1 + 1 = 3 になる！?)。

我々は、放射線が半導体中で引き起こす影響を解明するとともに、宇宙空間でも地上同様、正確に動作する高信頼性半導体エレクトロニクスの実現を目指して研究を進めています。



宇宙放射線環境



半導体デバイスの作製
(クリーンルーム内)

PC Watch

第1回半導体デバイスの放射線照射効果研究会レポート
～ナイトメア・モードに入った半導体ソフトウェアとの闘い～

●半導体チップの劣化と誤動作

放射線が半導体チップに入射した場合は、大きく分けると2つの変化が起こる。1つは「電離効果」であり、具体的には電子・正孔対の生成である。電離効果によって半導体チップはじわじわと劣化していく。あるいは、一時的な誤動作を起こす。前者はハードエラー(恒久的な故障)、後者はソフトウェア(一時的な故障)となる。もう1つは「変位損傷」であり、具体的には結晶欠陥の生成である。変位損傷によって半導体チップは特性が劣化する。

電離効果による作用は、より具体的には2つある。1つは「トータル・イオン・ドーズ(TID: Total Ionizing Dose)効果」あるいは「トータルドーズ効果」と呼ばれる作用で、半導体チップ内の絶縁膜中に電荷が蓄積されることによって電気的な特性が劣化していく。電気的特性の劣化は、先に説明したハードエラーを引き起こす原因となる。もう1つは「シングレイベント効果(SEE: Single Event Effect)」と呼ばれる作用で、半導体チップ内の半導体で電流が発生し、動作不良や誤動作などを引き起こす。この作用は、先に説明したソフトウェアを発生させる原因となる。

半導体デバイスに及ぼす影響

放射線が半導体に及ぼす影響

放射線による電離効果が半導体チップに与える作用

電離効果は絶縁体中での電荷蓄積と、半導体中での電流発生をもたらす

研究内容や成果は、学術論文のみでなく、各種メディアにも取り上げられています！

日大理工・電子工学科の高橋芳浩教授による「半導体デバイスの宇宙放射線効果基礎」と題するチュートリアル講演は、初心者にはきわめて有益であり、中堅技術者にとっても役に立つ内容だった。(内容抜粋)

電子工学科教員の講演内容がメディアにより配信された例
(PC Watch 2012/2/20)

http://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/event/20120220_513226.html

情報処理 / 計算科学系

■ 生体情報 研究グループ

生体信号を処理し診断を支援するシステムをつくる
ニューロン間の情報処理を解き明かす

■ 画像情報 研究グループ

医用画像/3次元画像処理による診断支援システムをつくる
画像解析、パターン認識により有用情報の自動識別/検出を行う

■ デバイスシミュレーション 研究グループ

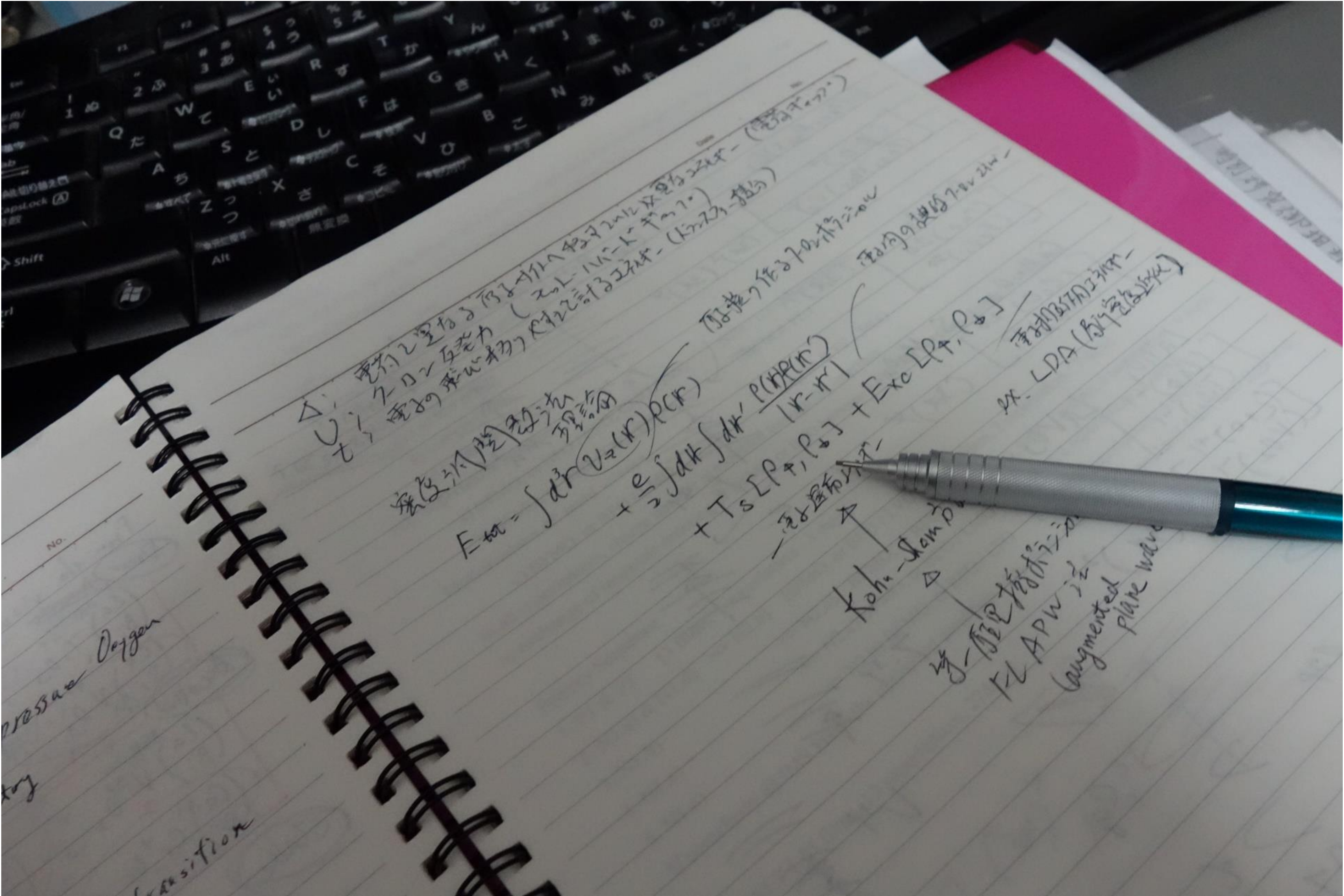
高感度MEMS水晶センサの加工シミュレーション
電子の動きを可視化し高信頼システムをつくる

■ 物理シミュレーション 研究グループ

新素材を設計し物理特性をシミュレーションする
超短時間での原子/電子の振舞をシミュレーションする

■ 電波解析シミュレーション 研究グループ

目に見えない電波の伝わり方をシミュレーションする



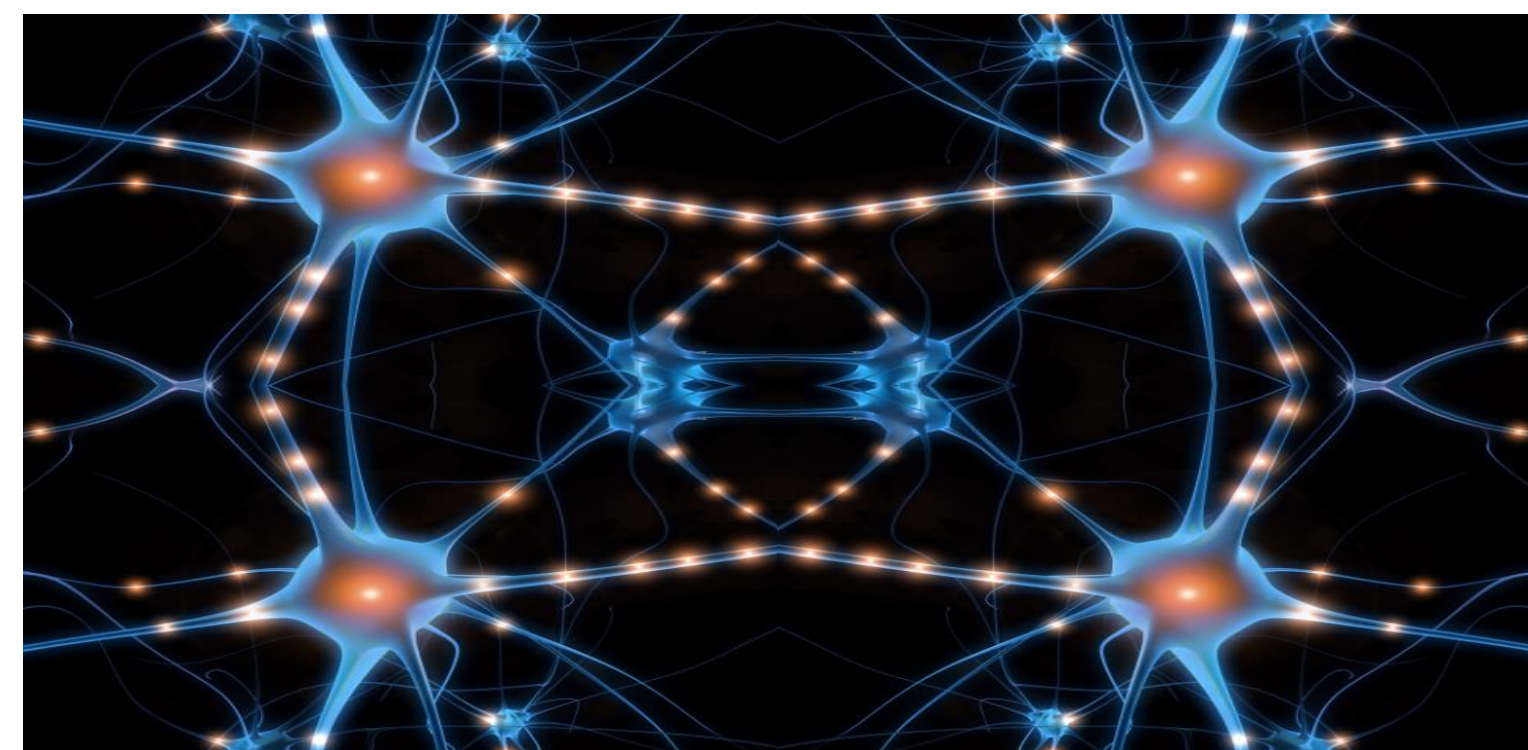
生体情報研究グループ

～ニューロン間の情報処理を解き明かす～

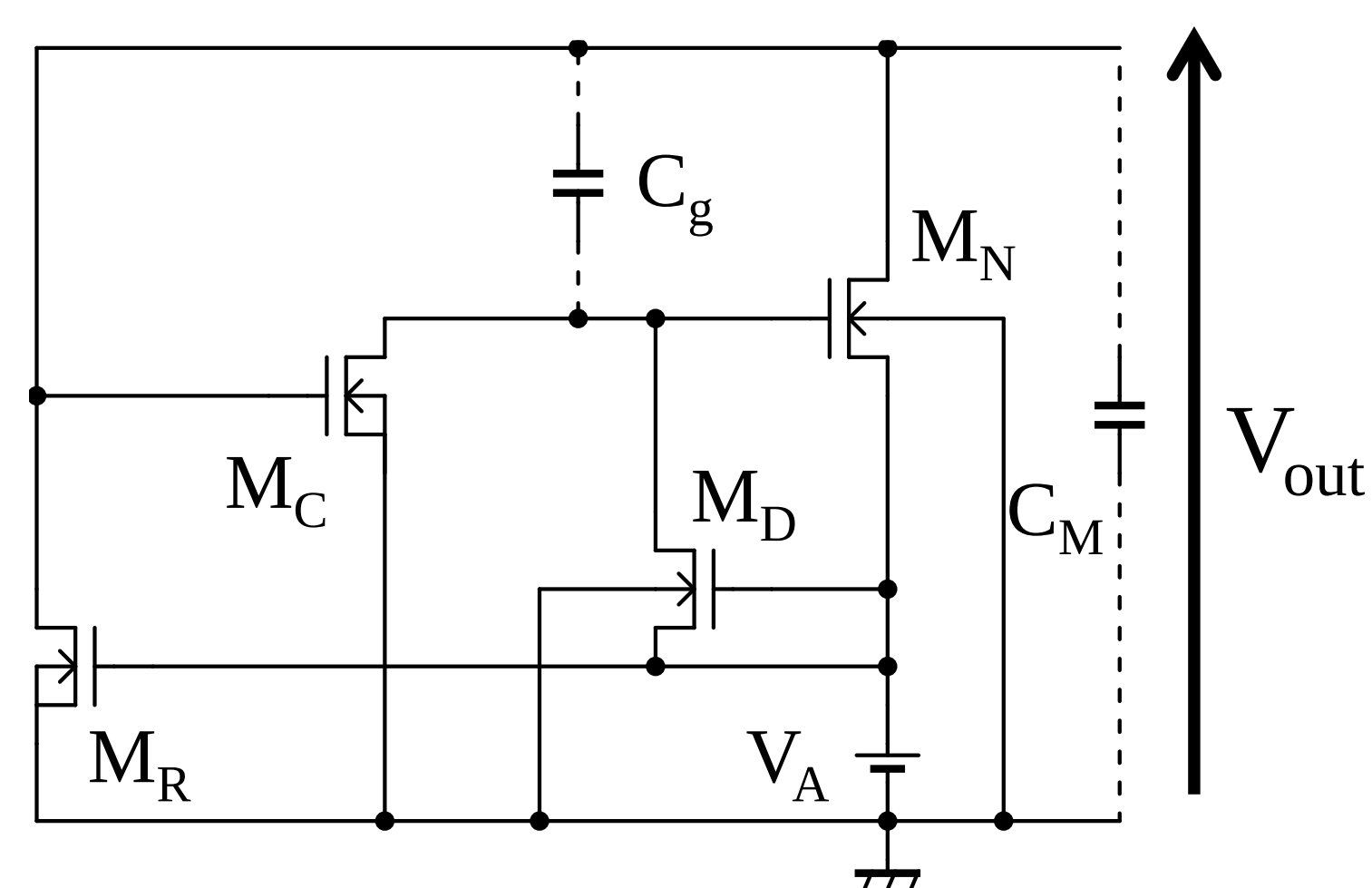
近年、生体の情報処理機構を解明し、工学的に応用しようとする研究が行われています。それらの研究は脳の機能を実現するだけでなく、脳の中で情報処理がどのように行われているのかを解き明かすための手段として有効であると考えられています。

脳はニューロンにより構成されており、ニューロンの集合であるニューラルネットワークにより人は情報処理を行っています。

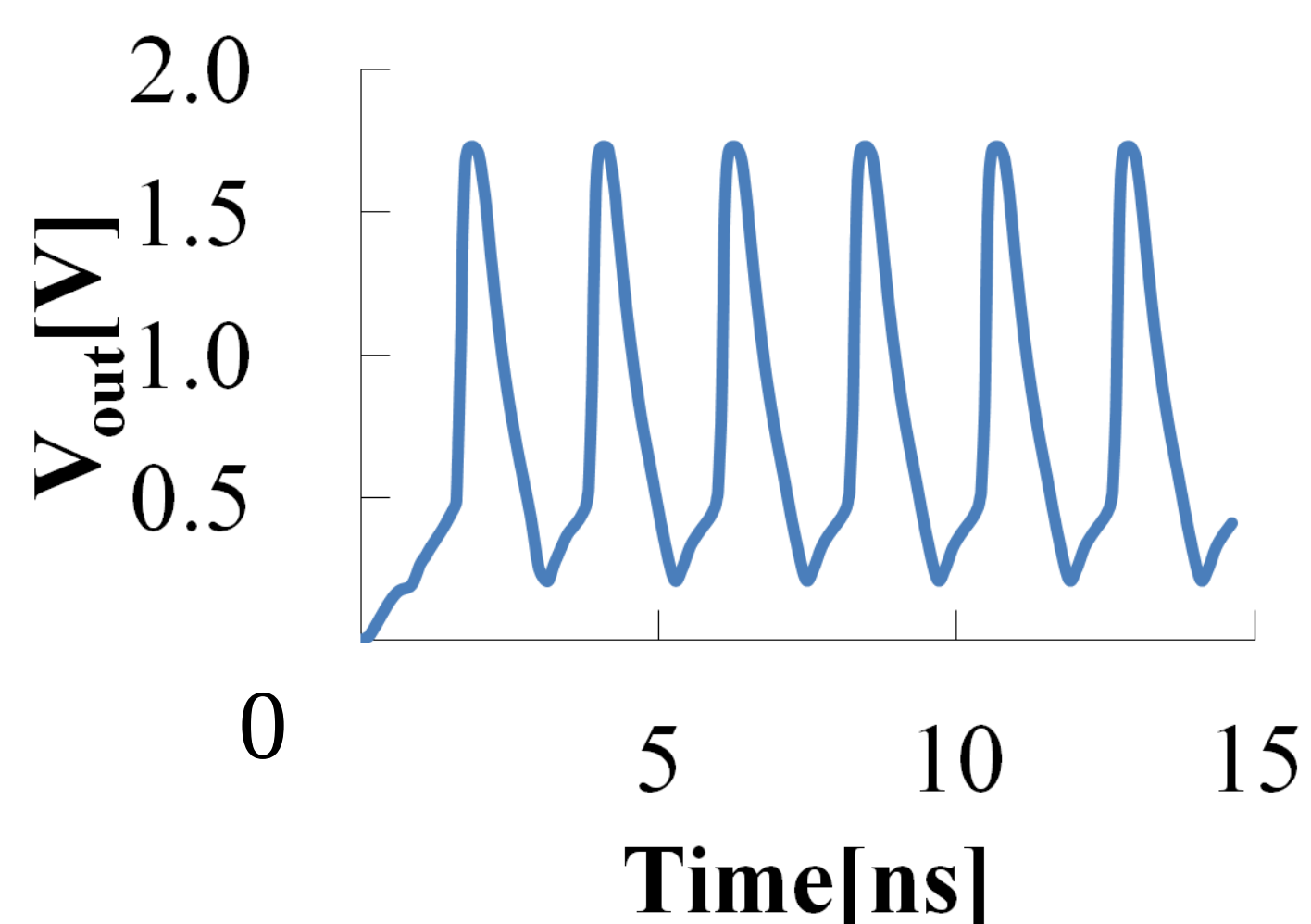
そこで我々は、ニューラルネットワークを集積回路で構築し、生体の情報処理がどのように行われているのかを調べるために、脳の中の基本構成要素であるニューロンモデルの構築を行っています。



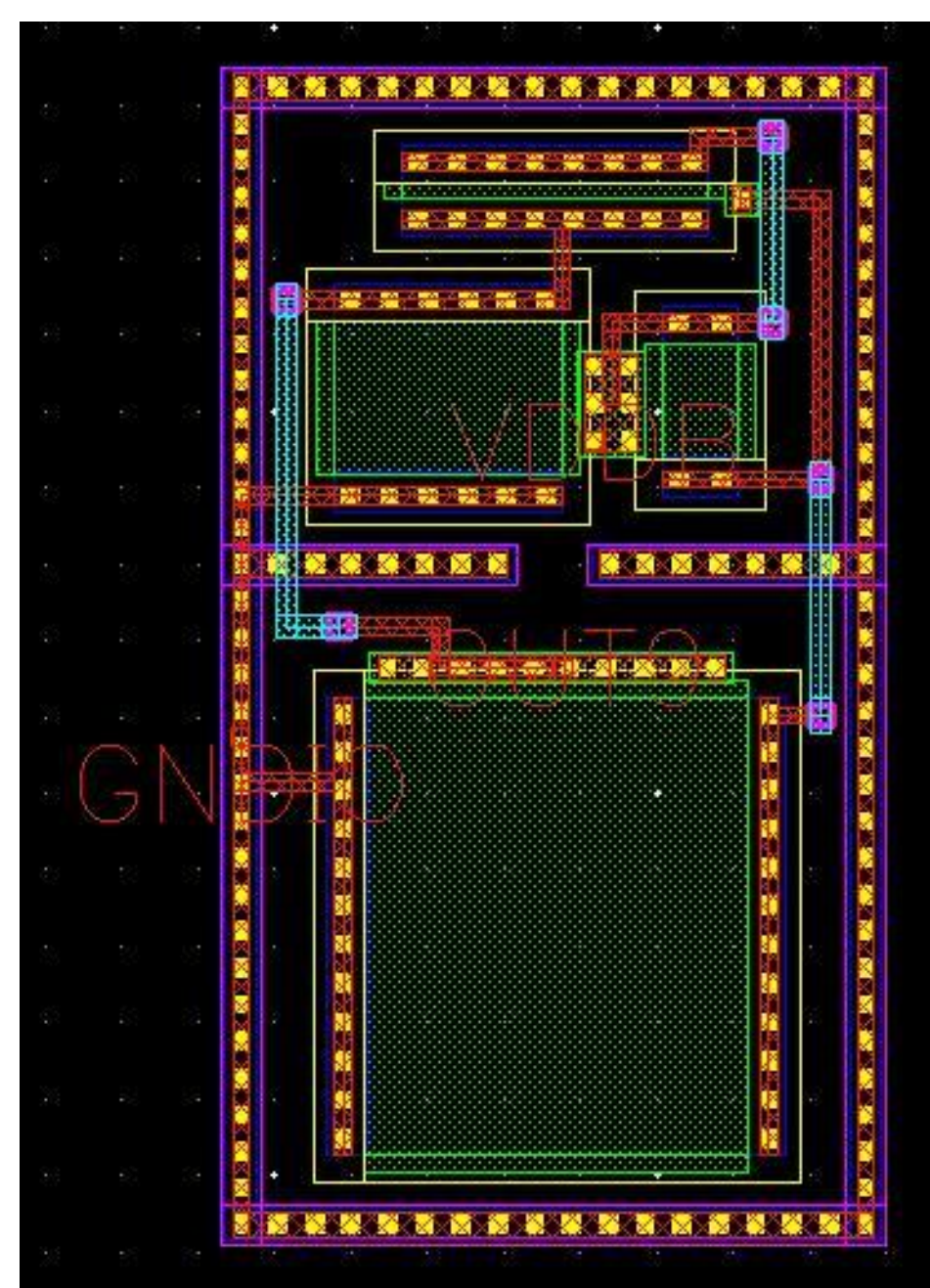
ニューラルネットワーク



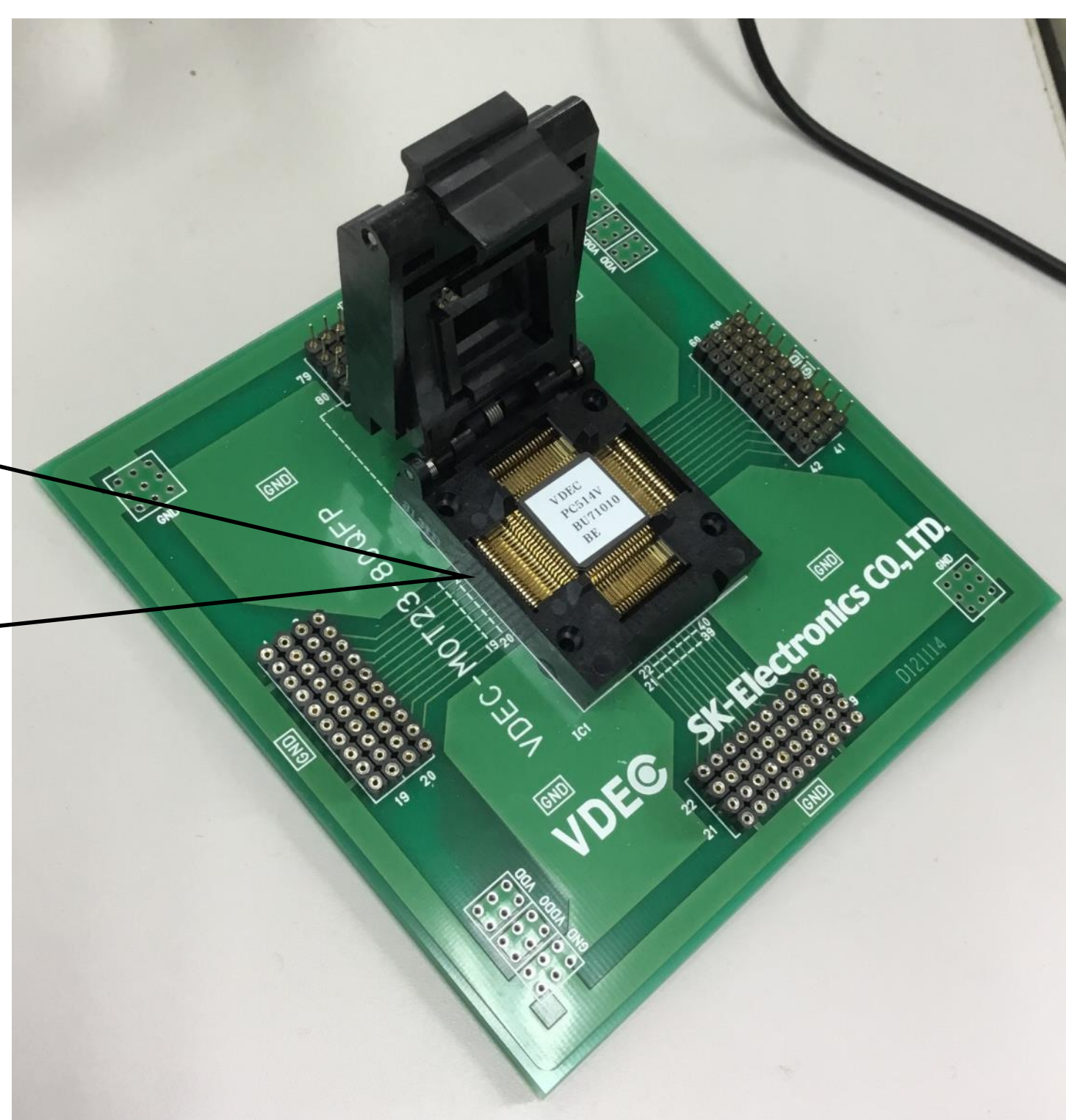
ニューロンモデルの回路図



ニューロンモデルの特性



ニューロチップ中の
レイアウトの一部



ニューロチップ

画像情報研究グループ

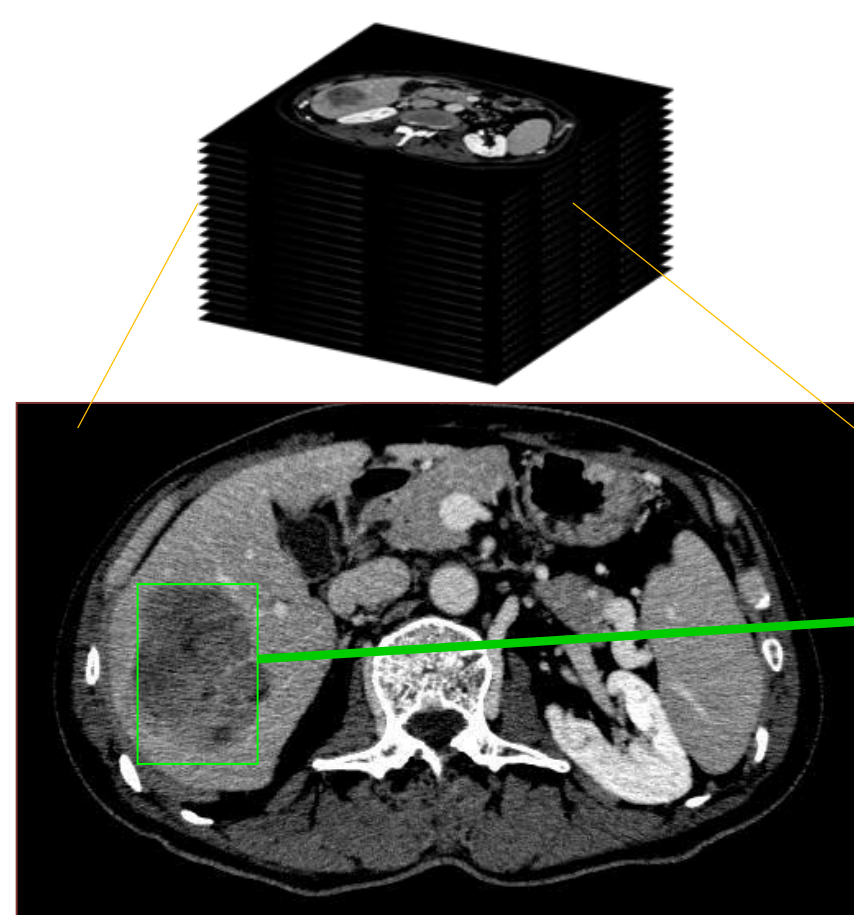
～医用画像/3次元画像処理による 診断支援システムをつくる～

近年情報処理技術の発展により、医療現場においても、種々の医用イメージングで得られる電子画像データから、より高度な画像処理・情報抽出を行い、診断に利用できるようになりました。特に、CTやMRIに代表される人体内部の様子を知る事の出来るイメージング技術は、人体への負荷が少ない、短時間で検査可能、定期的/リアルタイムで情報を得られる、よって術前検査に有用である等から、その重要性は益々高まっています。その一方で、実際に得られた検査画像データから“診断”を行うためには、広い横断型専門的医学知識を有し読影に熟練した医師による判断が必要なため、比較的簡便にイメージングが可能になった今日、相対的にそれら有用情報を活かすための医師がさらに必要な状況となりつつあります。そのような背景から、より医師が効果的、効率的に、少ない操作で検査画像データを利用した診断ができるような、「診断支援システム」に関する研究を行っております。現在、日本大学医学部消化器外科との共同研究により、実際の医師と、臨床データに基づき、術前肝臓癌CT画像の3次元形状評価につき研究を展開しております。具体的には、医師が診断を行う際画像において注目する“特徴”を、画像処理技術およびパターン認識手法により抽出し、種々の統計データとの相関まで示そうというものです。また、高速CT(コンピュータ断層撮影)により3次元画像を得る事で、従来2次元のデータでは認識できなかった立体的形状特徴についても検討が可能になってきております。

肝臓癌の形状評価システム構築

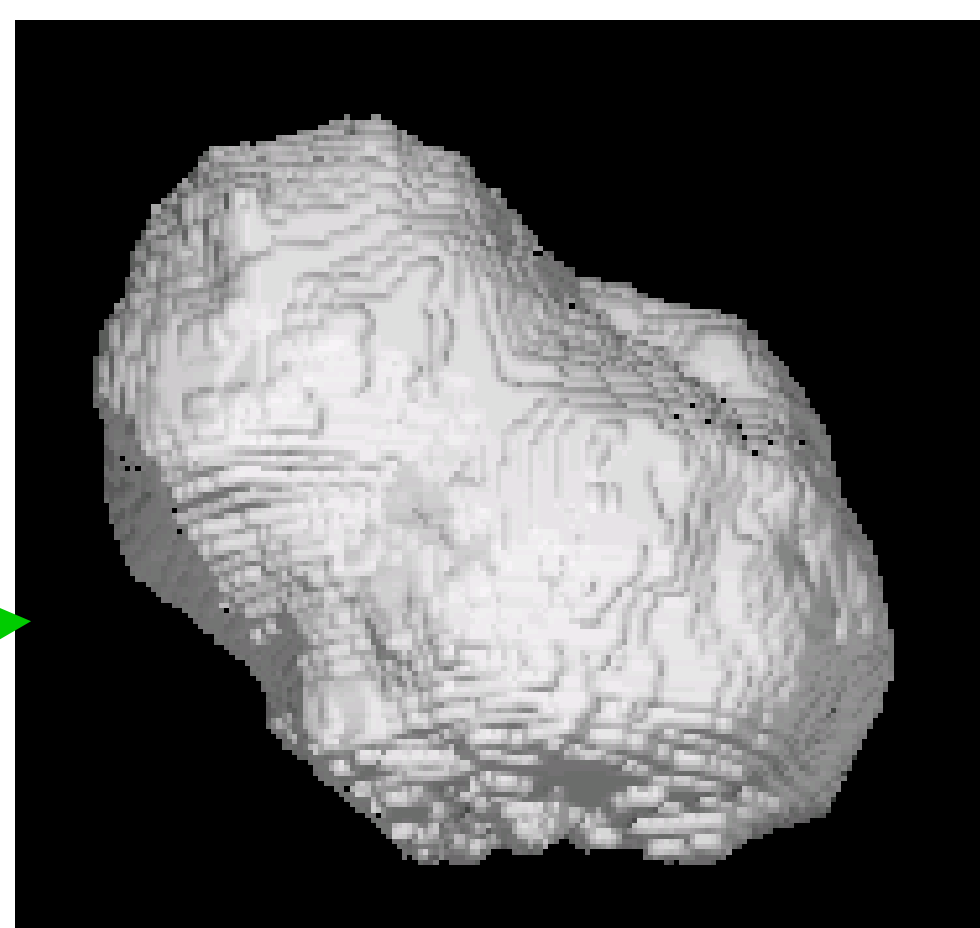
手術前の肝臓癌CT画像を評価し、医師の診断の手助けをする！

術前CT画像(多数の2次元画像)

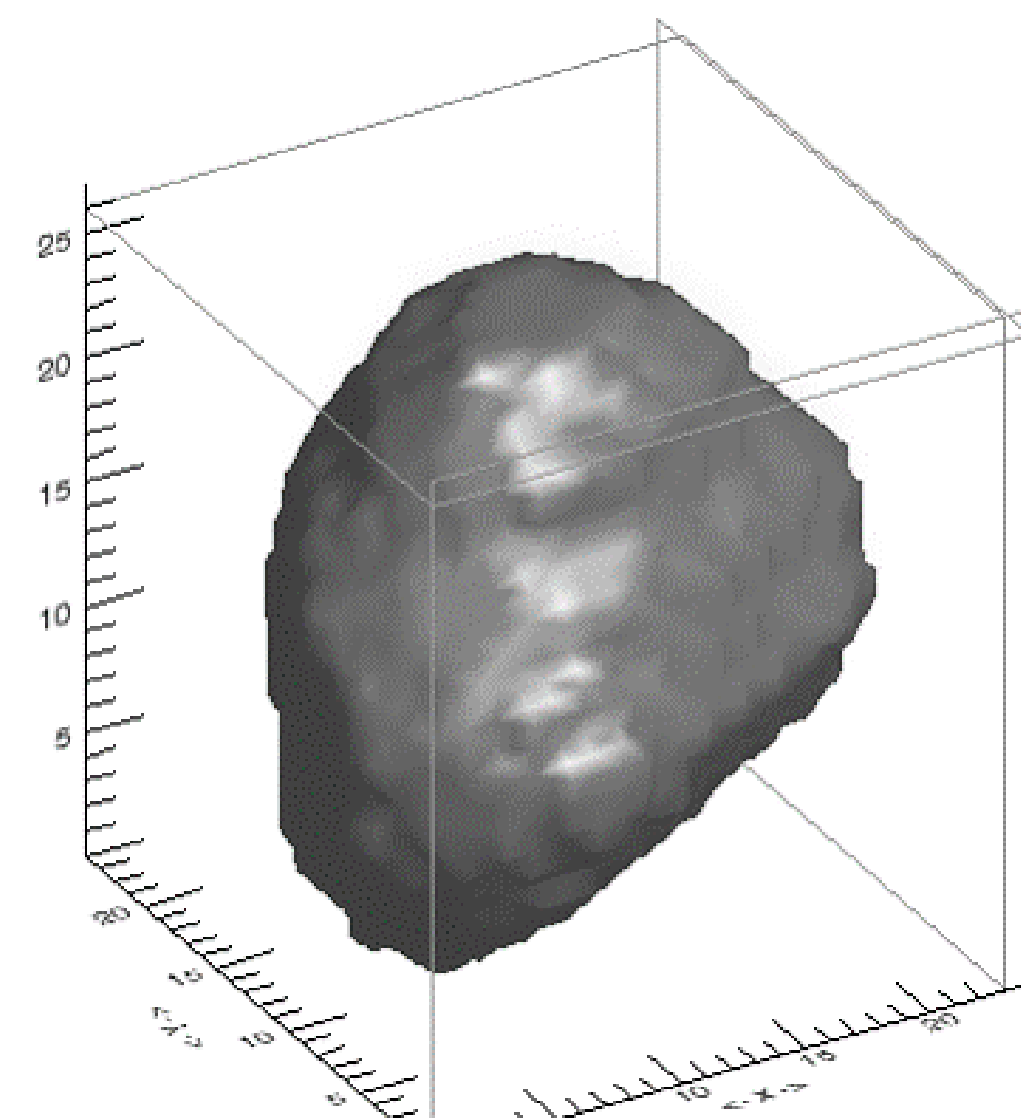


▲癌境界の抽出アルゴリズム

肝臓癌3次元データの構築



▲3次元形状特徴抽出



▲独自形状特徴量及び形状類似評価検討を行い、各種臨床データとの相関検定を行う。

デバイスシミュレーション研究グループ

～高感度MEMS水晶センサの加工シミュレーション～

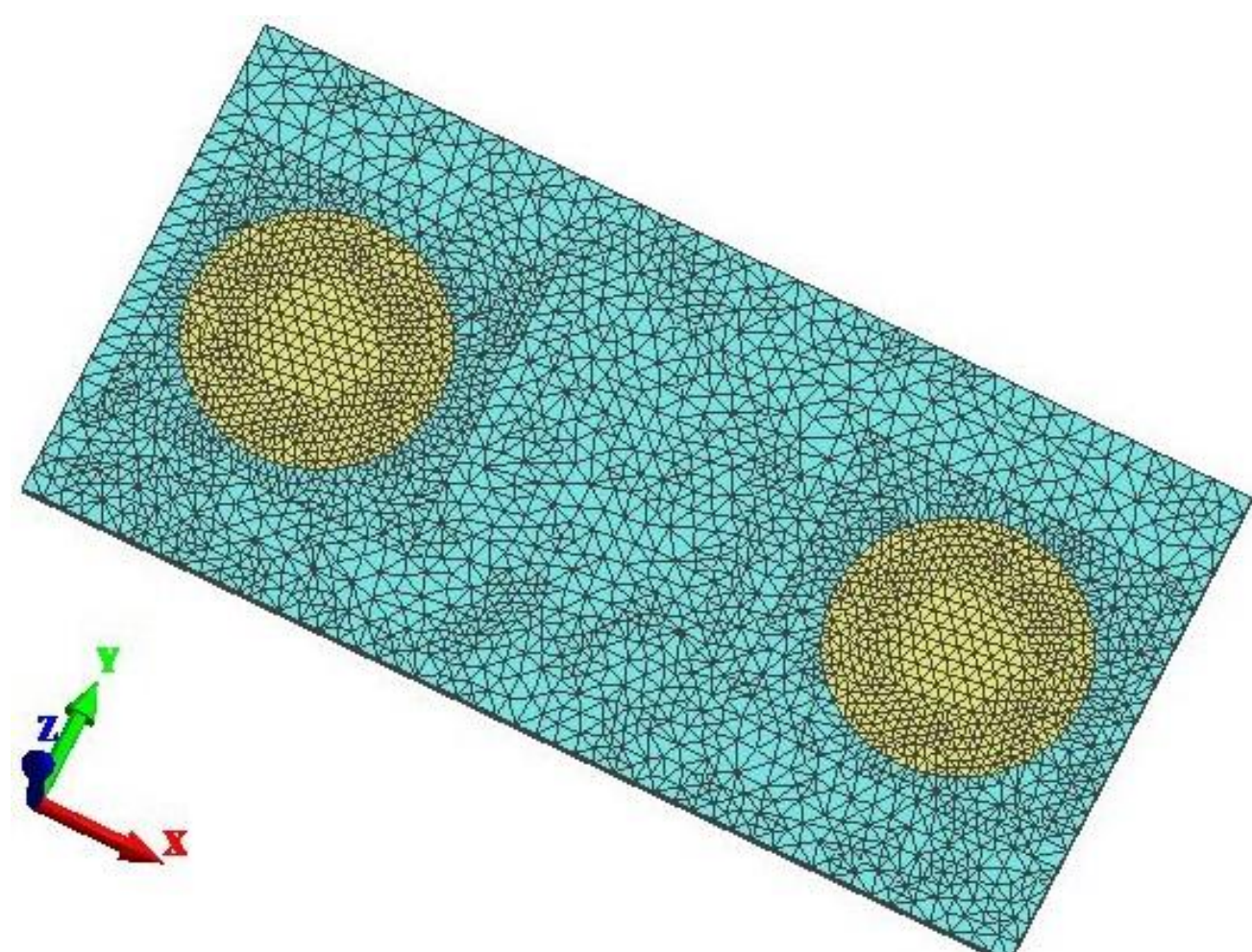
普段の生活の中で、身体の状態をみたり、防災や防犯等々、我々の生活の安全性を高める道具は重要です。

検出したい内容により、必要とするセンサは、それぞれ、千差万別です。

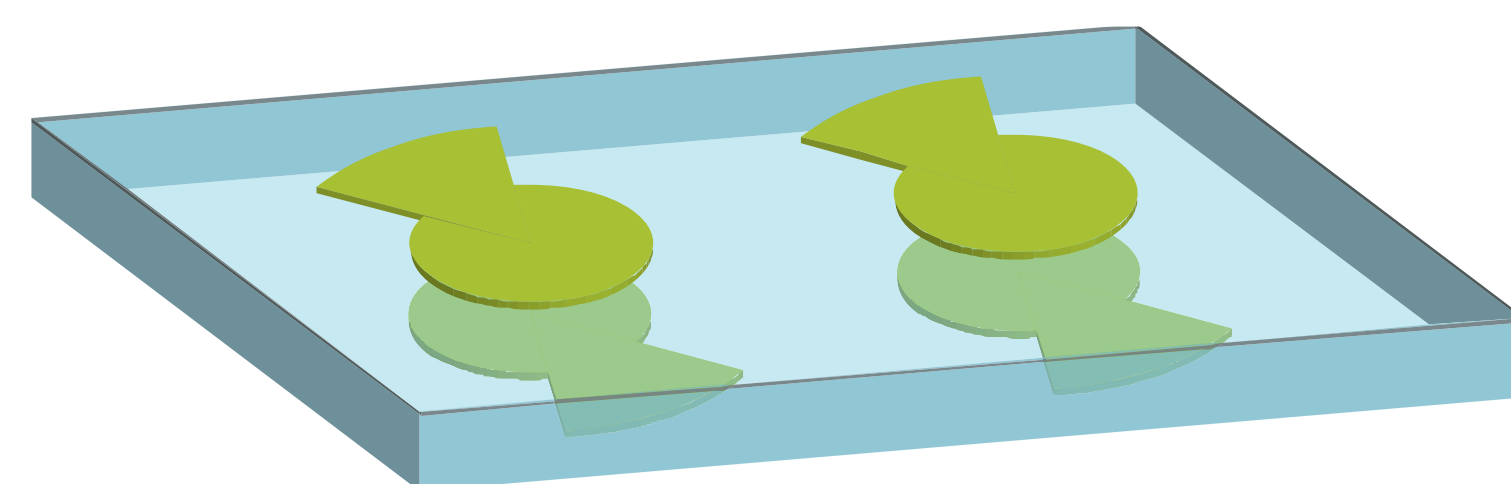
我々の生活をサポートする、正確で高性能なデバイス、高信頼性システムの実現を目標に研究を進めています。

デュアルQCMセンサ： 同一基板上的2つのQCM(水晶振動子マイクロバランス)からの信号の差分により、吸着物質を高感度に検出します。同一基板を用いることにより、温度や気体圧力などの影響を小さくできる。

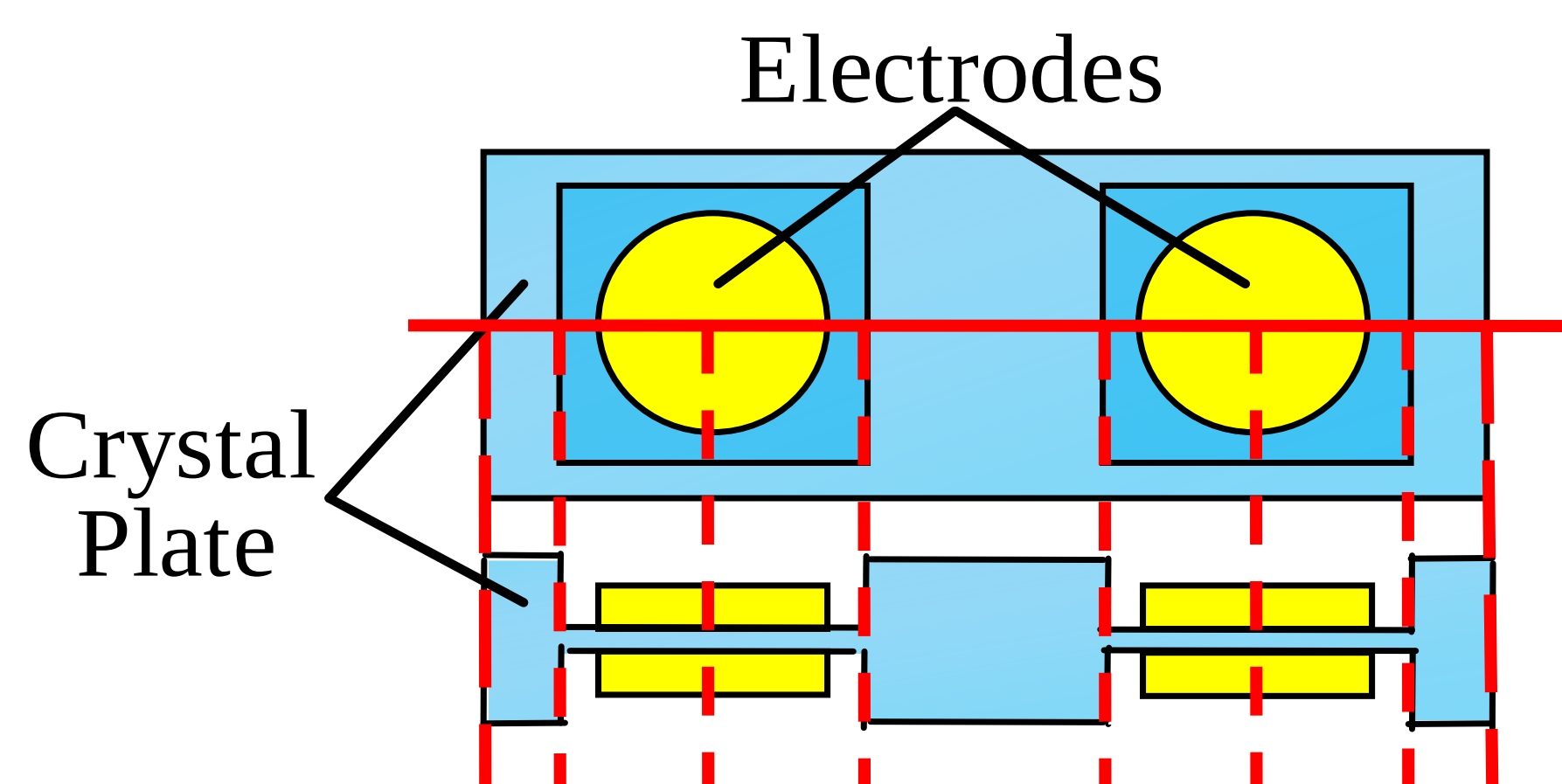
QCMセンサではナノグラム(ng)レベルの計測ができると期待されています。



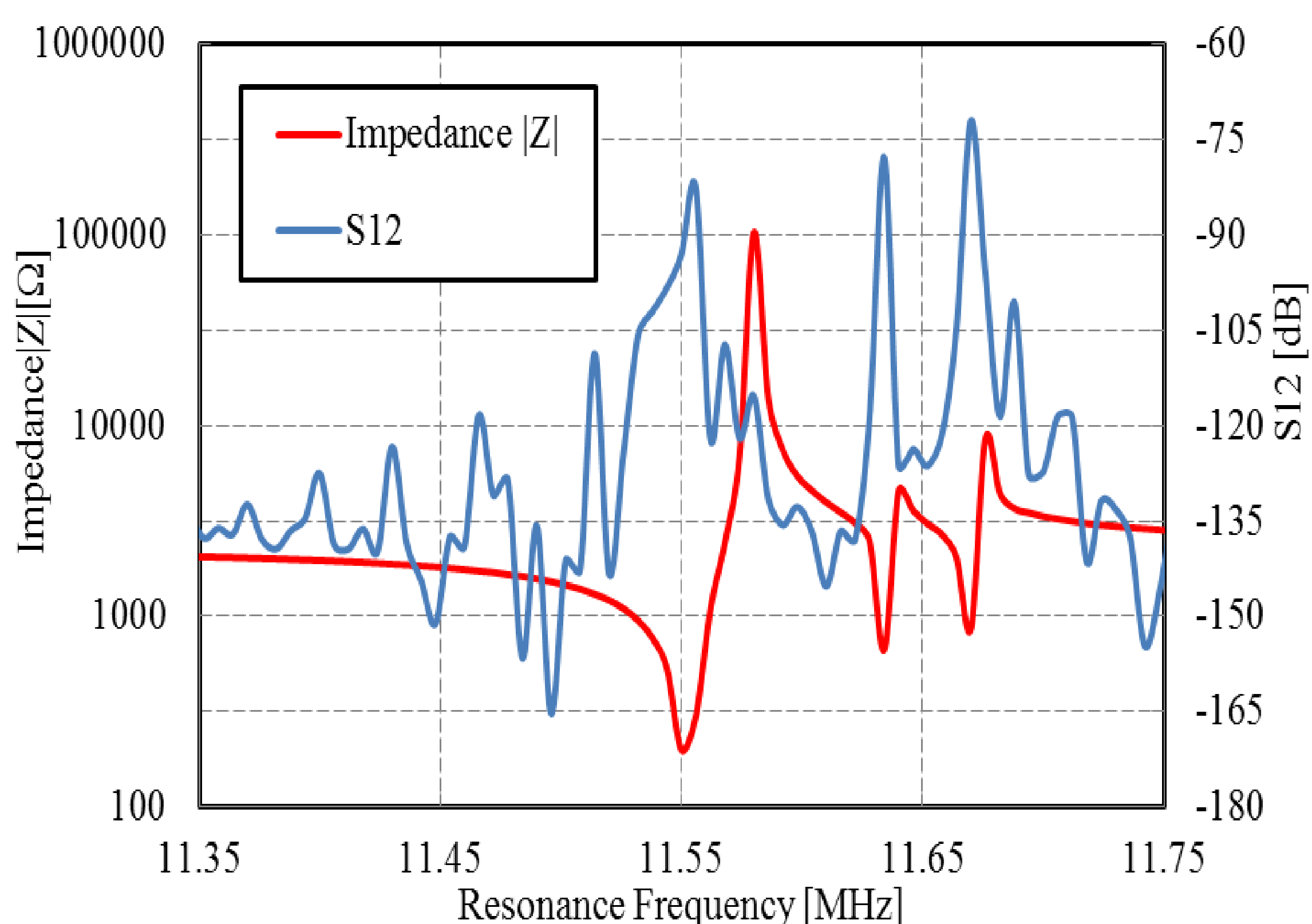
振動子の解析モデル



Dual QCM センサー



逆メサ構造のPL-QCM振動子



インピーダンスおよびアイソレーション特性

デバイスシミュレーション研究グループ

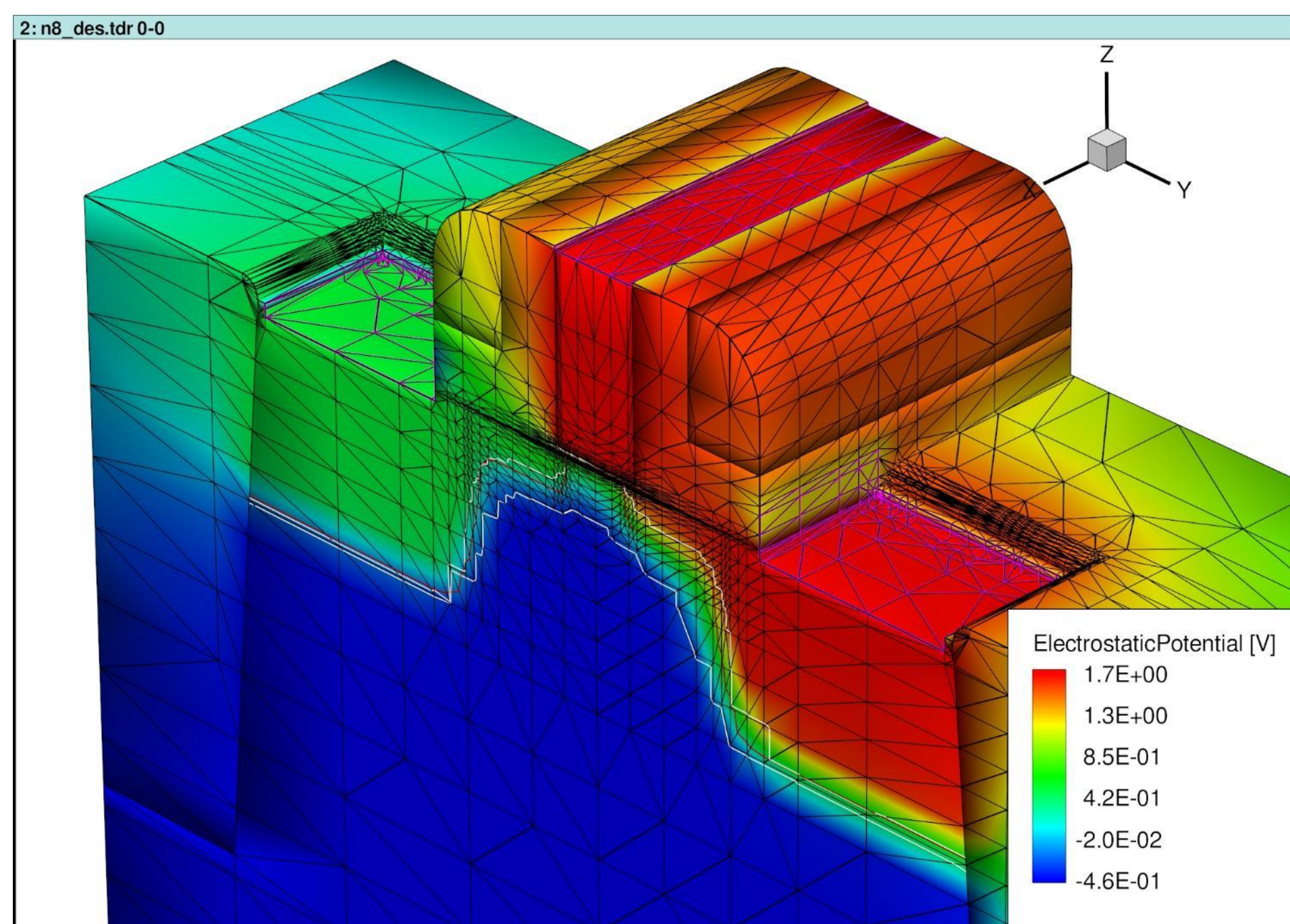
～電子の動きを可視化し高信頼システムをつくる～

半導体集積回路デバイス(LSI)は、コンピュータをはじめとした電子システムに欠くことのできないデバイスであり、更なる高集積、高性能化に向けて新たな技術が提案されています。

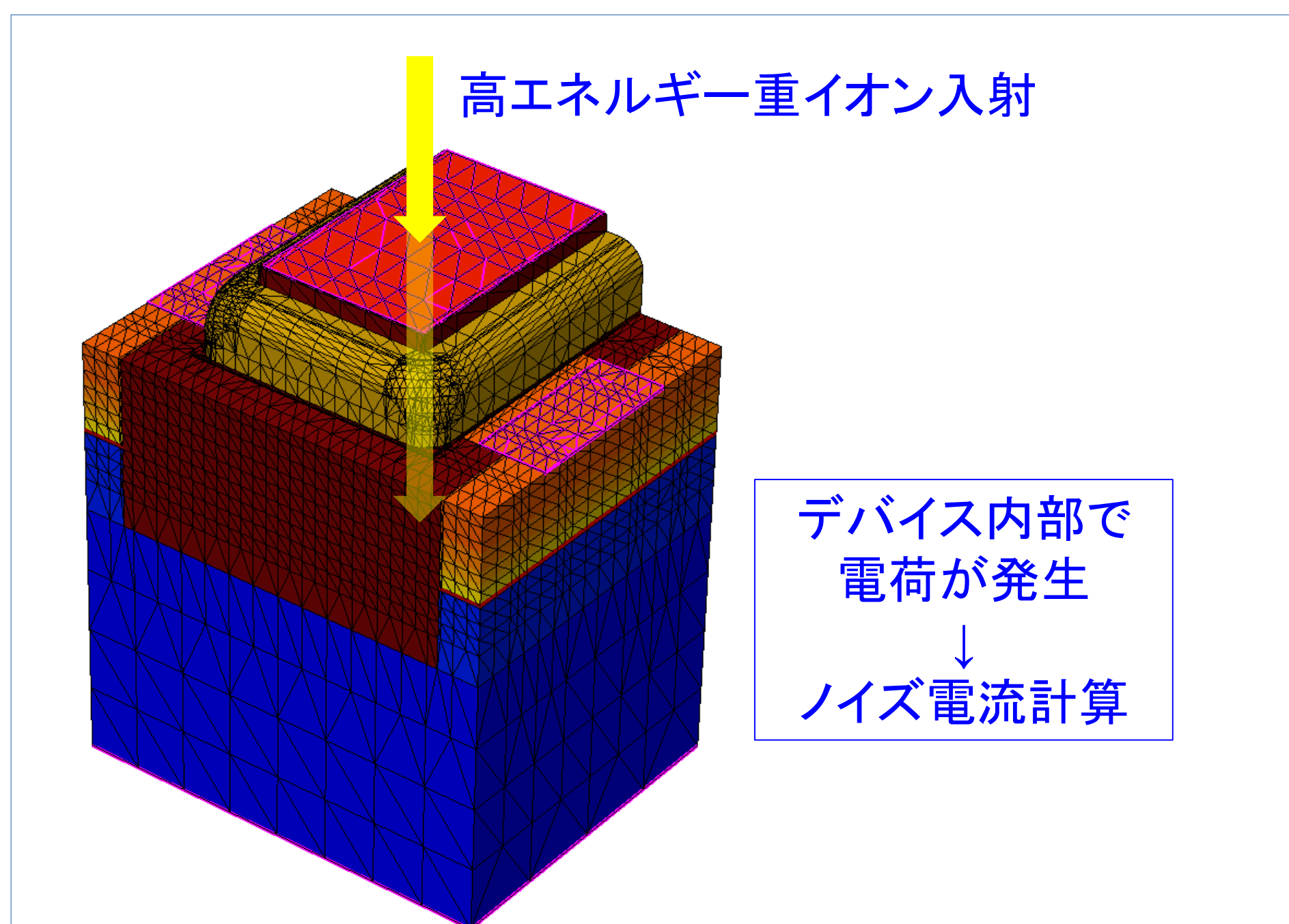
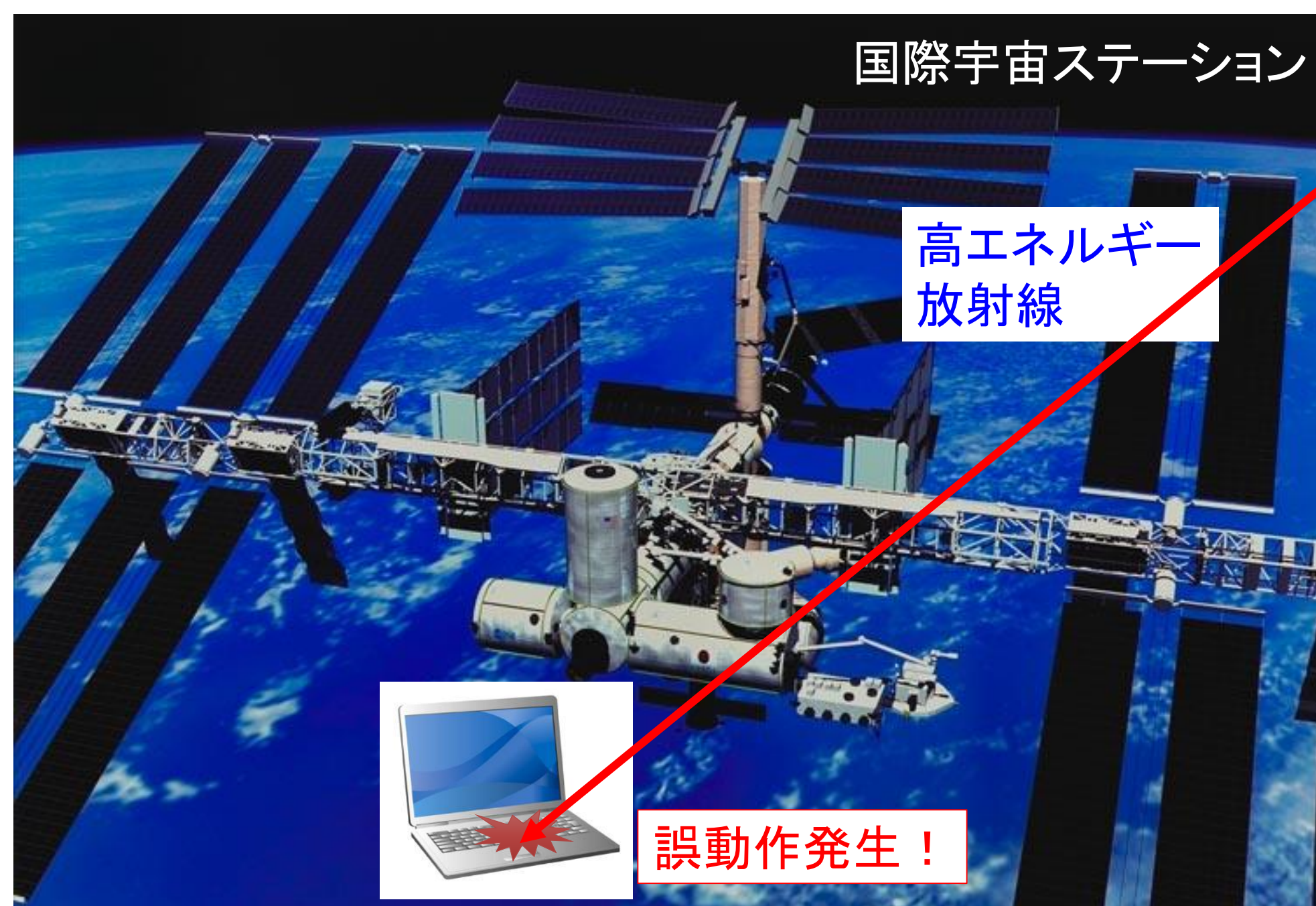
新材料や特殊構造を有するデバイスの特性は？

実際に作製してみれば一目瞭然なのですが、膨大な予算と時間が必要になります。そこで計算科学を応用したデバイスシミュレータを用いて解析すると、様々な材料や構造を有するデバイスの特性が得られ、短い時間で高性能なシステム開発が可能になります！

さらに、宇宙空間など放射線環境で半導体集積回路デバイスを使用した際に発生する、ノイズ(不要信号)や回路誤動作などに関してもデバイスシミュレータを用いて解析を行っています。ちなみに、半導体デバイスの微細化に伴い、地上に到達した中性子による影響も問題になりつつあります(あなたのPCも標的に？)，このように、我々はデバイスシミュレータを利用して、どんな環境でも活躍できる高性能な半導体デバイスの実現を目指して研究を行っています。



デバイスシミュレータを用いて計算した
微細トランジスタ内部の電圧分布



宇宙放射線照射によりトランジスタが受ける影響に関するシミュレーション(イメージ)

物理シミュレーション研究グループ

～ 新素材を設計し物理特性をシミュレーションする ～

新素材を作製し新規な物理の特性(物性)を発現させるとき、実際にその物質を作るのでは無く、始めに計算によって、発現する物性を予測することが大きなメリットとなる場合がある。また、実際に作製した物質と計算した物質の物性が異なる場合もある。その場合、計算のパラメーターを変え、その原因を探る事で、大きく研究が進展することがある。下記に計算(第一原理計算)の一つの例を示す。

じこむどうちゃく

自己無撞着に解く計算手法

何が知りたいか??

1. 波動関数(電子雲の広がり): $\psi_i^\sigma(\mathbf{r}) = \psi_k(\mathbf{r}) = u_k(\mathbf{r})e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}}$

$$= \sum_{\mathbf{G}} u_{\mathbf{k}+\mathbf{G}} \frac{1}{\sqrt{\Omega}} e^{i(\mathbf{k}+\mathbf{G})\cdot\mathbf{r}}$$

どうやって解く??

・ニュートンの運動方程式と同様に、
波動関数が満たす方程式を解く。

2. 波動関数のエネルギー : E_i

Kohn-Sham Equation

$$H_{\text{eff}} \psi_i(\mathbf{r}, \sigma) = \left[-\frac{1}{2} \nabla^2 + V_{\text{eff}}(\mathbf{r}) \right] \psi_i^\sigma(\mathbf{r}) = E_i \psi_i^\sigma(\mathbf{r})$$

1電子波動関数とエネルギー

⑧ $\psi_i^\sigma(\mathbf{r}), E_i$

① Trial ψ^T

⑦ $V_{\text{eff}}(\mathbf{r}) = V(\mathbf{r}) + \int \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} d\mathbf{r}' + V_{\text{xc}}(\mathbf{r})$

② $\rho(\mathbf{r}) = \sum_{\sigma} \sum_{i=1}^N |\psi_i^\sigma(\mathbf{r})|^2$

⑤ $V_{\text{xc}}(\mathbf{r}) = \frac{\delta E_{\text{xc}}[\rho]}{\delta \rho(\mathbf{r})}$

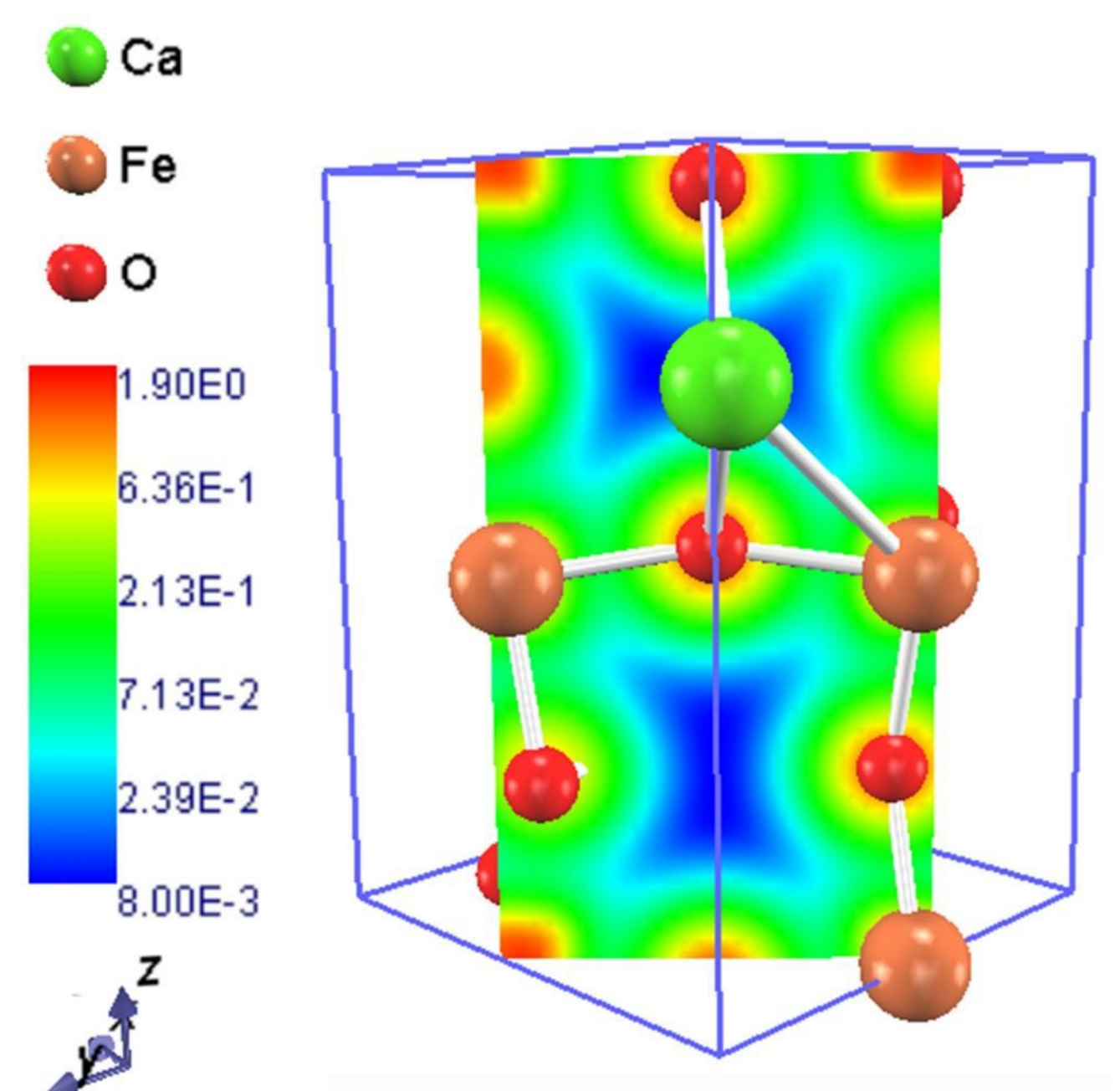
⑥ ウルトラソフト擬ポテンシャル

④ $E_{\text{xc}} \Rightarrow E_{\text{xc}}^{\text{GGA}}[\rho] = \int \varepsilon_{\text{xc}}(\rho, \nabla \rho) \rho(\mathbf{r}) d\mathbf{r}$
交換相関エネルギー関数

いわゆる「量子力学的」な計算である。

①: 電子雲の空間的な広がりを、正しいであろうと予想できる関数(波動関数)で表現する。②: 波動関数から電荷の分布を計算する。③: 電荷分布から電子が持つエネルギーを計算する。④: 特殊な関数を用いてある任意の点において電子が感じる位置エネルギーを計算する。⑤⑥: ある原子の周りにある電子が感じている全位置エネルギーを計算する。⑦: 電子雲が満たす方程式を解き、注目している電子のエネルギーを計算する。⑧: 波動関数とエネルギーが①で予想した波動関数と同じであるか確かめる。このように、①～⑧を行い、最終的に⑧の結果と①の結果が同じになるまで計算を繰り返す。これを自己無撞着に解く、と言う。

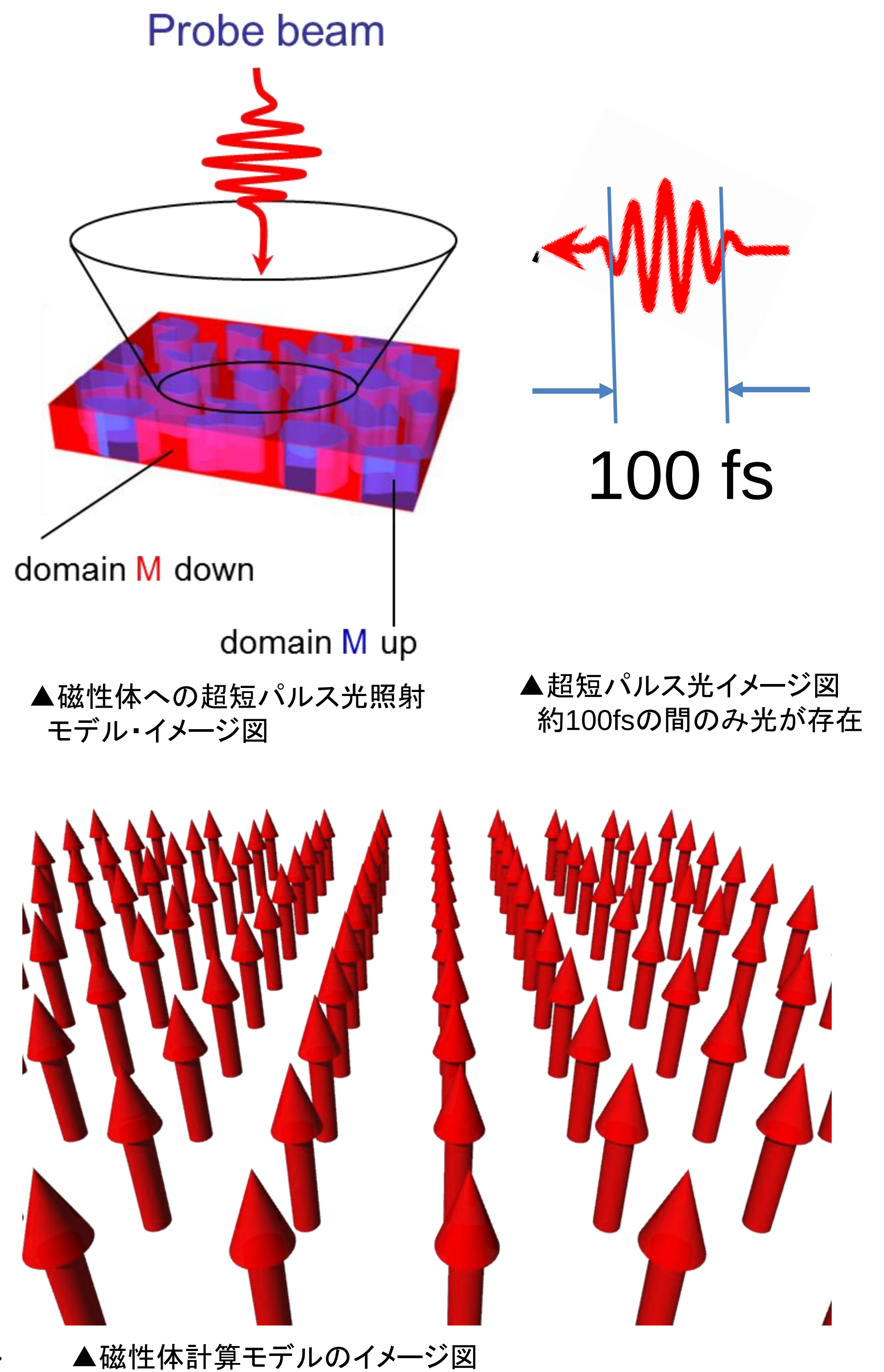
右図は、計算結果の一つである。CaFeO₃酸化物の原子の周りにはどのエネルギーを持った電子がどのように空間的に分布しているかが分かる。この電子分布から様々な物性を予測することができ、新素材開発の大きな助けとなる。



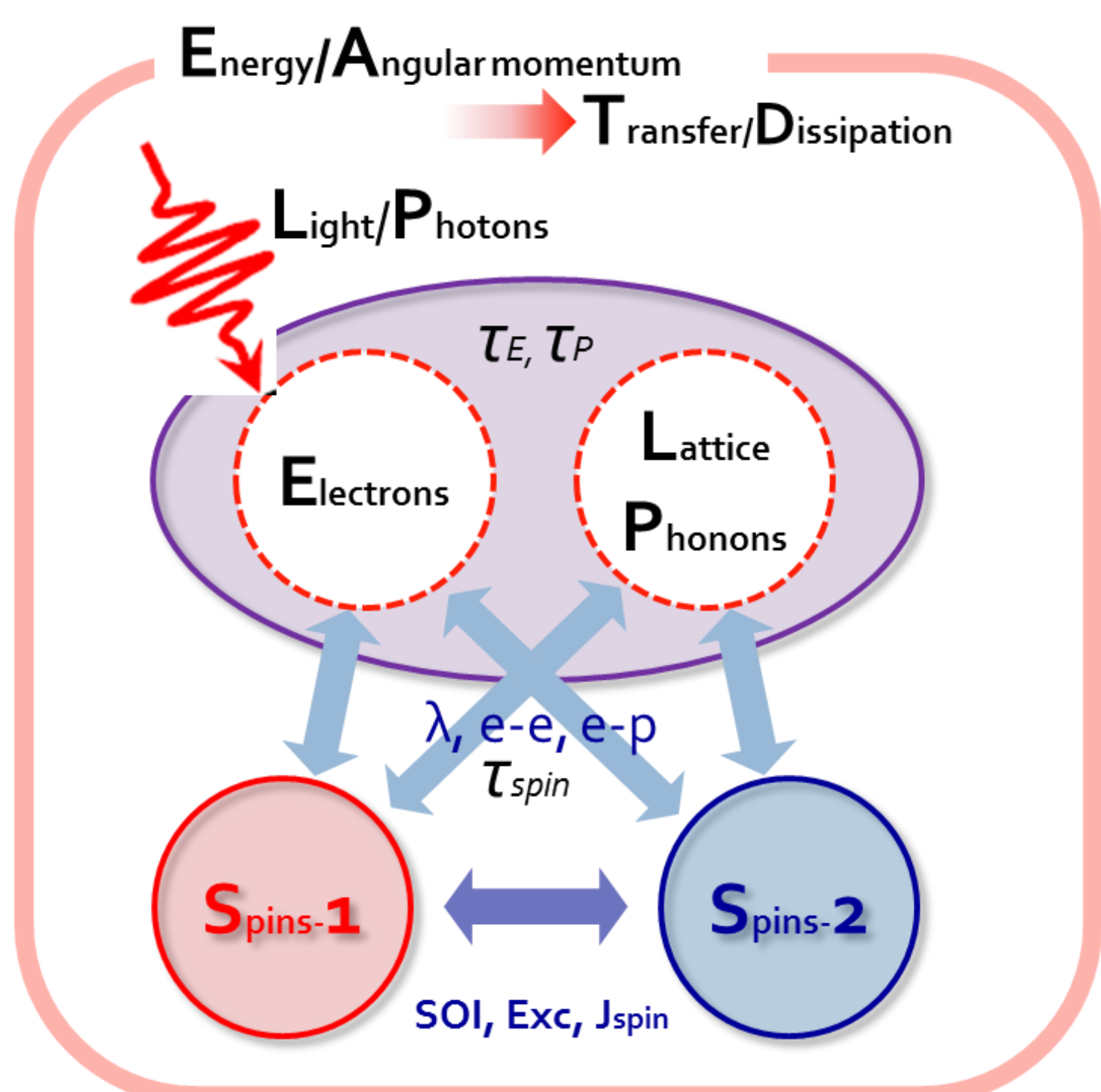
物理シミュレーション研究グループ

～超短時間での原子/電子の振舞をシミュレーションする～

今日、スマートフォンやインターネット等により、便利なアプリを駆使し世界中とつながり生活しておりますが、かつてはSFの世界にのみ存在したものでした。これら高度情報化社会をもたらしたのは電子工学を基盤とした超高速・高集積・低消費技術の発展に他なりません。ナノ・テクノロジーに代表される、「より小さく」する技術により大きく発展してまいりましたが、これら三つの特徴をさらに発展させるために「時間」にも注目した研究を行っております。物質の主な構成要素である、原子核と電子、その重さも、“振舞いの時間スケール”も大きく異なり、電気の流れ方や光との作用等多くは電子が重要なカギを握っております。これらの違いを積極的に利用し、超高速情報処理、新規光機能材料や超微細低エネルギー消費デバイス創生に向け、フェムト秒(10⁻¹⁵秒)という原子振動よりも短い時間領域での原子/電子の振る舞いを、コンピュータ・シミュレーションにより研究しております。また、超高速研究グループによる実験検討とも連携し、研究を推進しております。



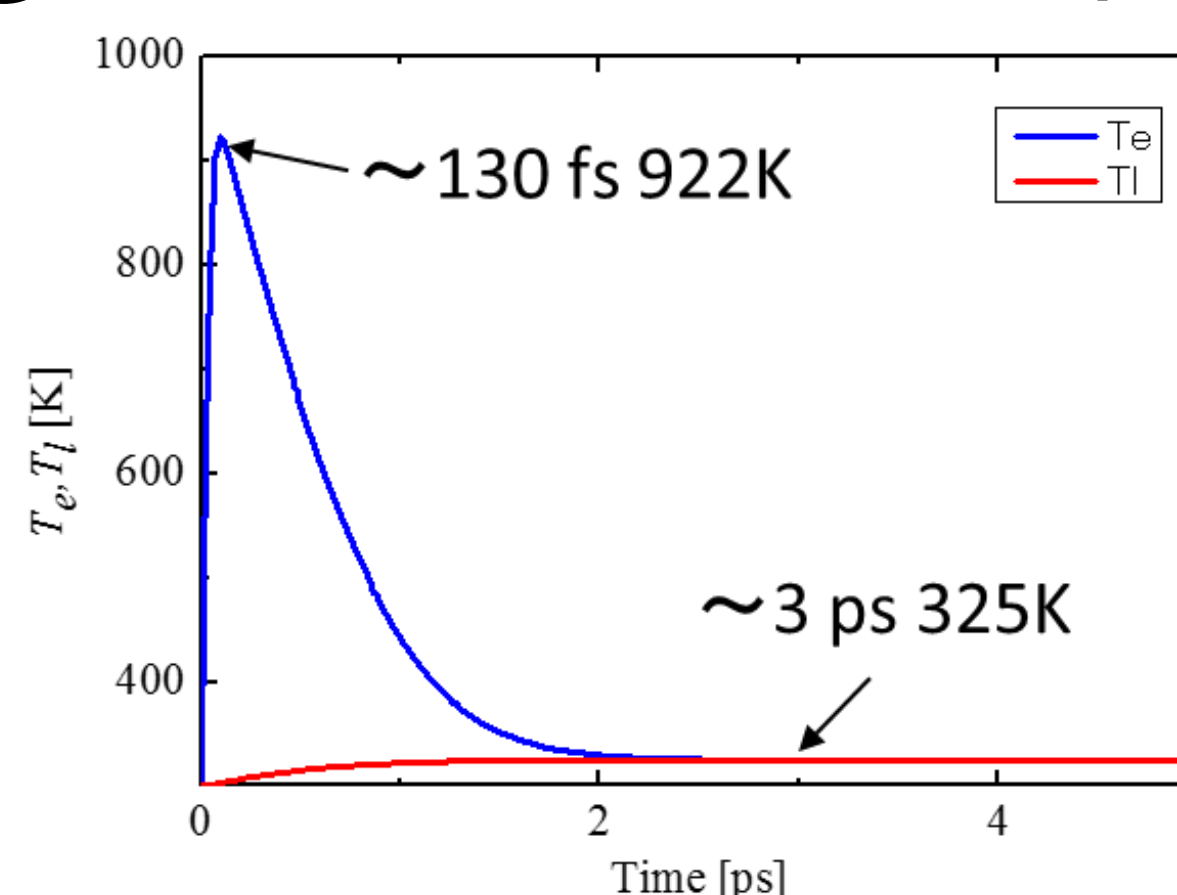
①物理モデル



②数式モデル

$$C_e(T_e) \frac{\partial T_e}{\partial t} = -g_{el}(T_e - T_l) + P(t)$$
$$C_l(T_l) \frac{\partial T_l}{\partial t} = g_{el}(T_e - T_l)$$

④シミュレーション結果解析



▲超短パルス光照射直後、電子の温度のみが上昇しその後原子の温度と平衡化する事を示す

③数値計算



通信ネットワーク系

■ 電波応用 研究グループ

次世代携帯端末の評価を行える電波暗箱をつくる

■ 衛星発電システム 研究グループ

宇宙で電気を作り地球へ送る

■ 衛星搭載アンテナ 研究グループ

コンパクトに収納できる展開アンテナをつくる

高性能アンテナで宇宙から地球環境を見守る

■ M2M 研究グループ

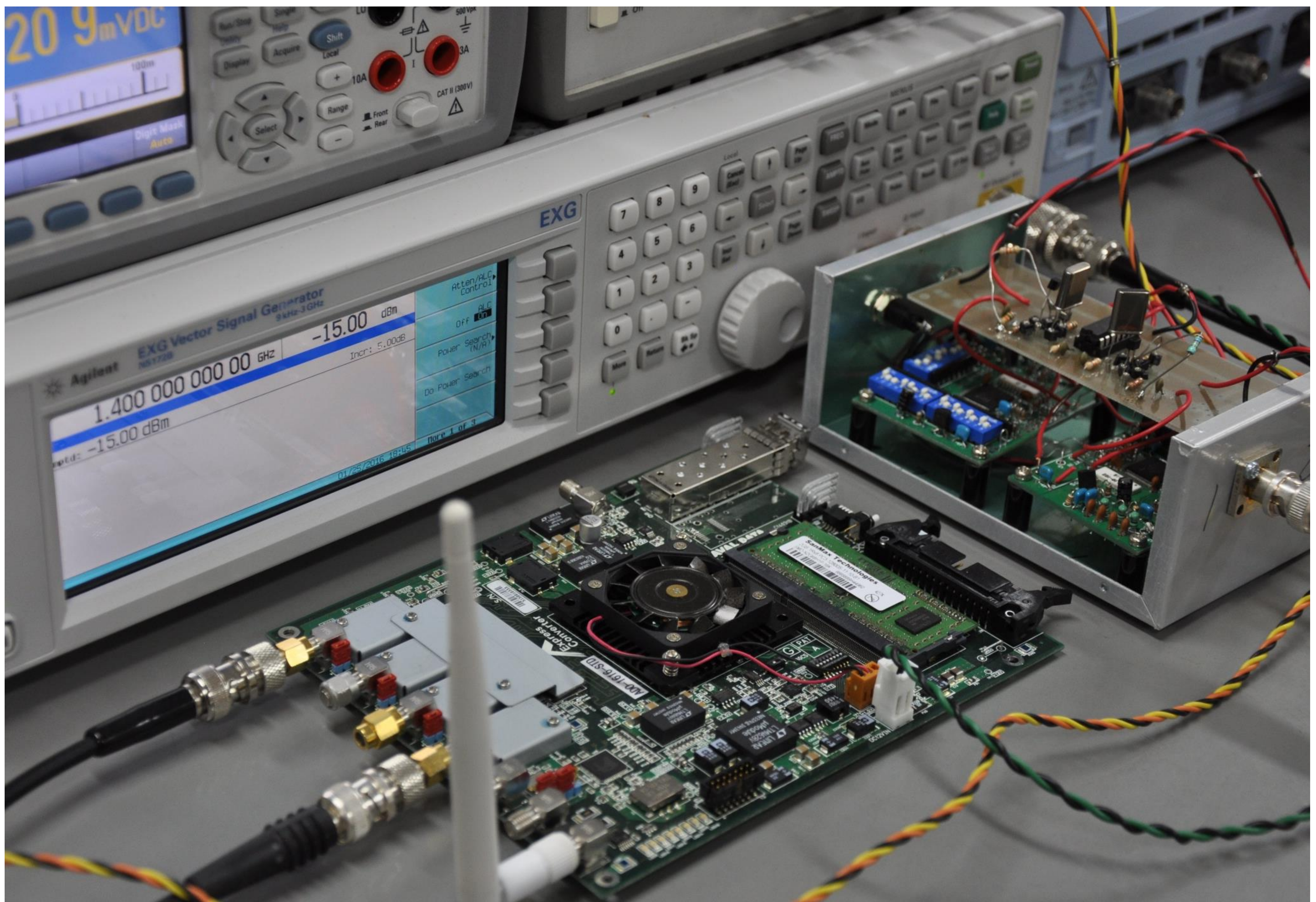
2020年通信網技術を知り、測定・応用技術を創る

「もったいない」精神で省エネをサポート

■ 高安定通信 研究グループ

周波数帯域を有効利用する

もっと高速で途切れないスマートフォンをつくる



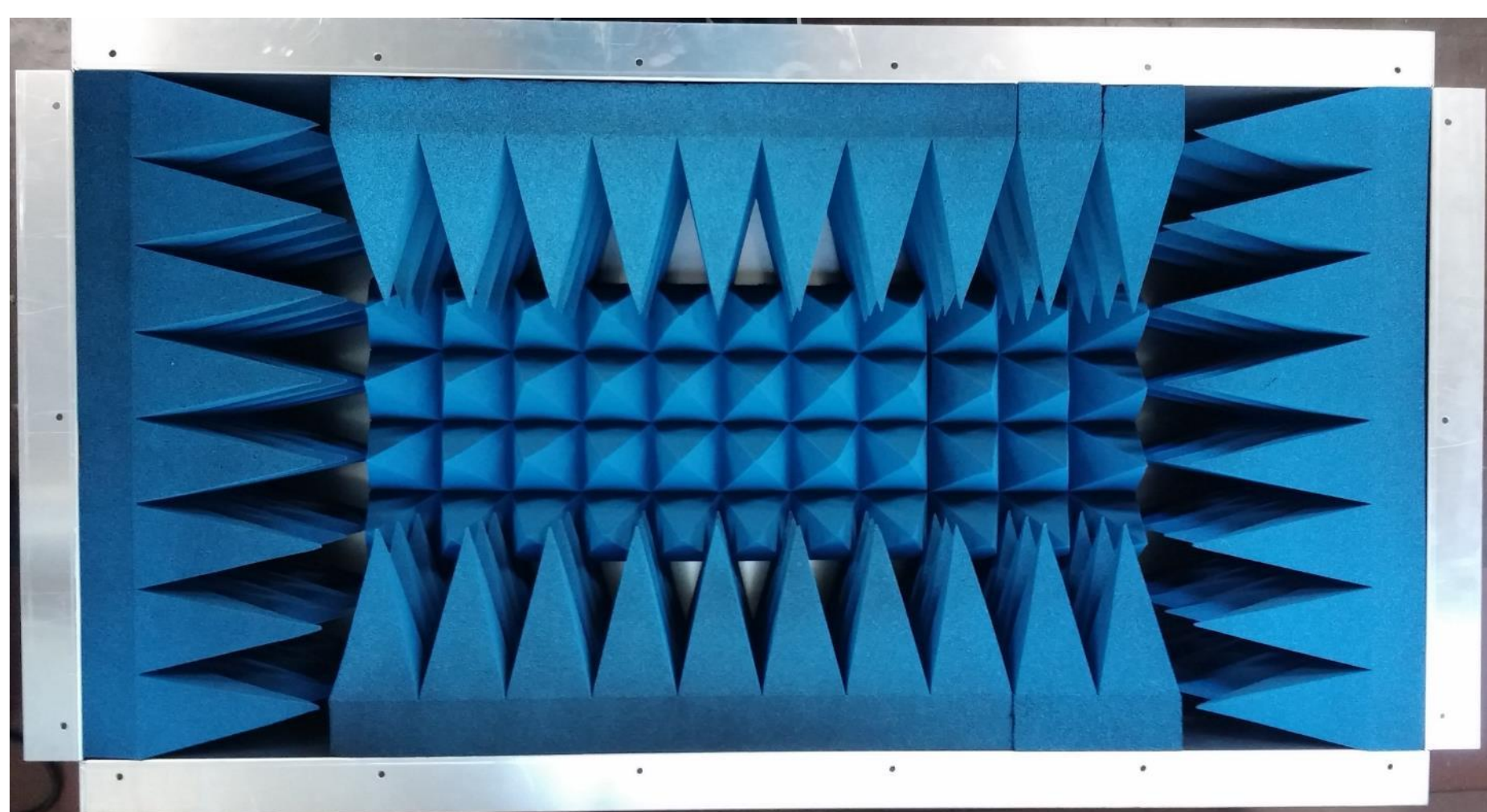
電波応用研究グループ

～次世代携帯端末の評価を行える電波暗箱をつくる～

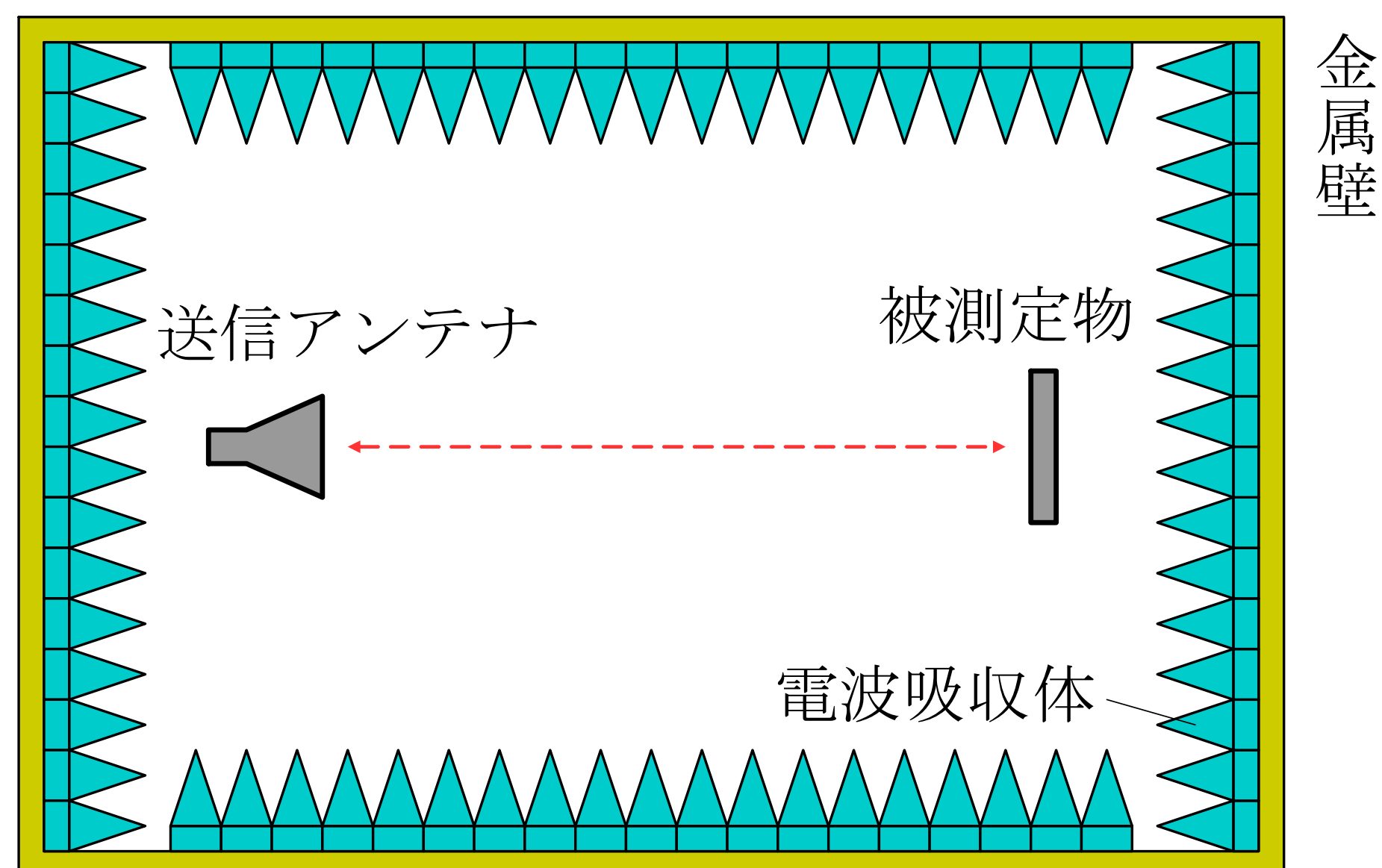
アンテナの性能評価は、周囲の電波環境に影響されない空間で行う必要があります。そのため、外部からの電波の影響を受けず、内部で電波が反射しない電波暗室を用いることが一般的です。

電波暗室は、全体が金属板で覆われ、その壁面に電波を吸収する電波吸収体が貼り付けられた部屋ですが、導入に大きなコストがかかります。そのため、スマートフォンや次世代の携帯端末の評価には、電波暗室を小型化した電波暗箱が用いられます。しかし、その測定空間を評価する指標は不明瞭で、両者の性能差は明らかにされていません。

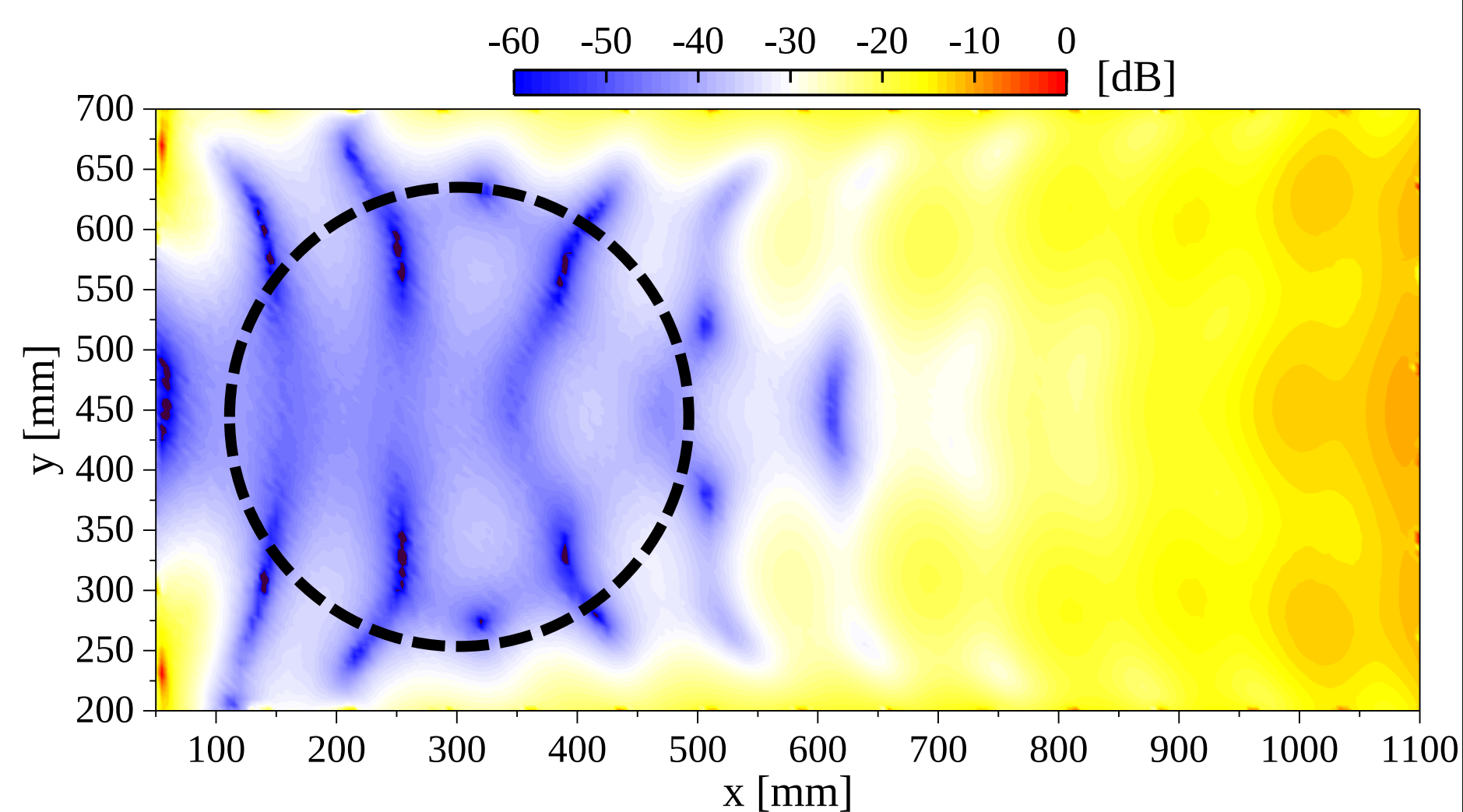
そこで、我々は測定空間の評価指標の提案、及び、電波暗箱の最適な設計方法について研究しています。



製作した電波暗箱



測定系の概略図



電波暗箱内の反射波分布
(点線内がクワイエットゾーン)

送信アンテナから被測定アンテナへ向けて電波を放射し、受信した電波でアンテナの評価を行います。このとき、電波暗箱の壁面で反射した電波はノイズとなり測定誤差が生じます。

小さな電波暗箱で電波の反射をなくすことは非常に困難です。そこで、電波の反射が少ない領域を暗箱の設計により発生させます。この領域はクワイエットゾーンと呼ばれます。

我々は電磁界解析により、最適なクワイエットゾーンの発生位置の検討を行っています。

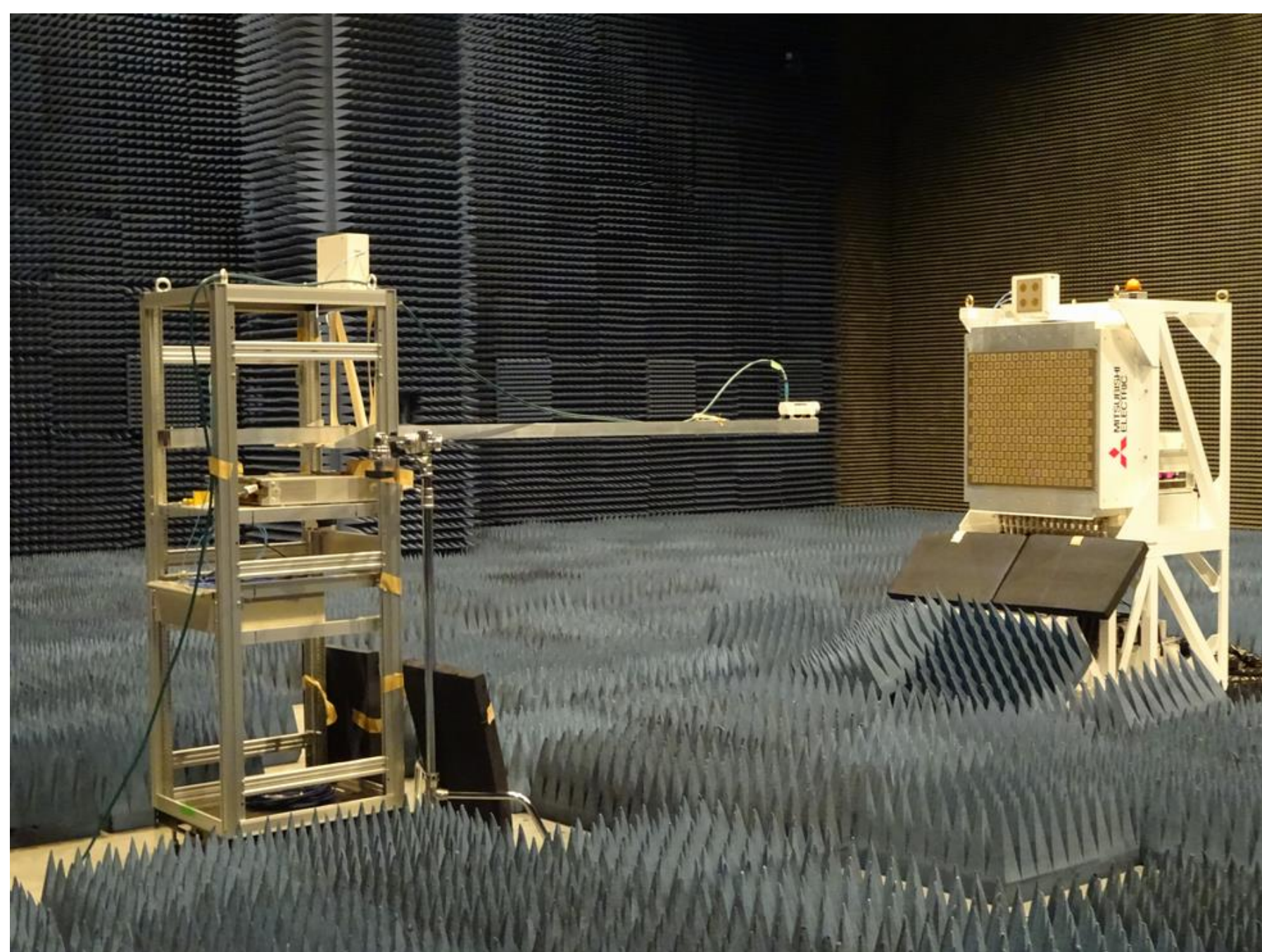
衛星発電システム研究グループ

～宇宙で電気を作り地球へ送る～

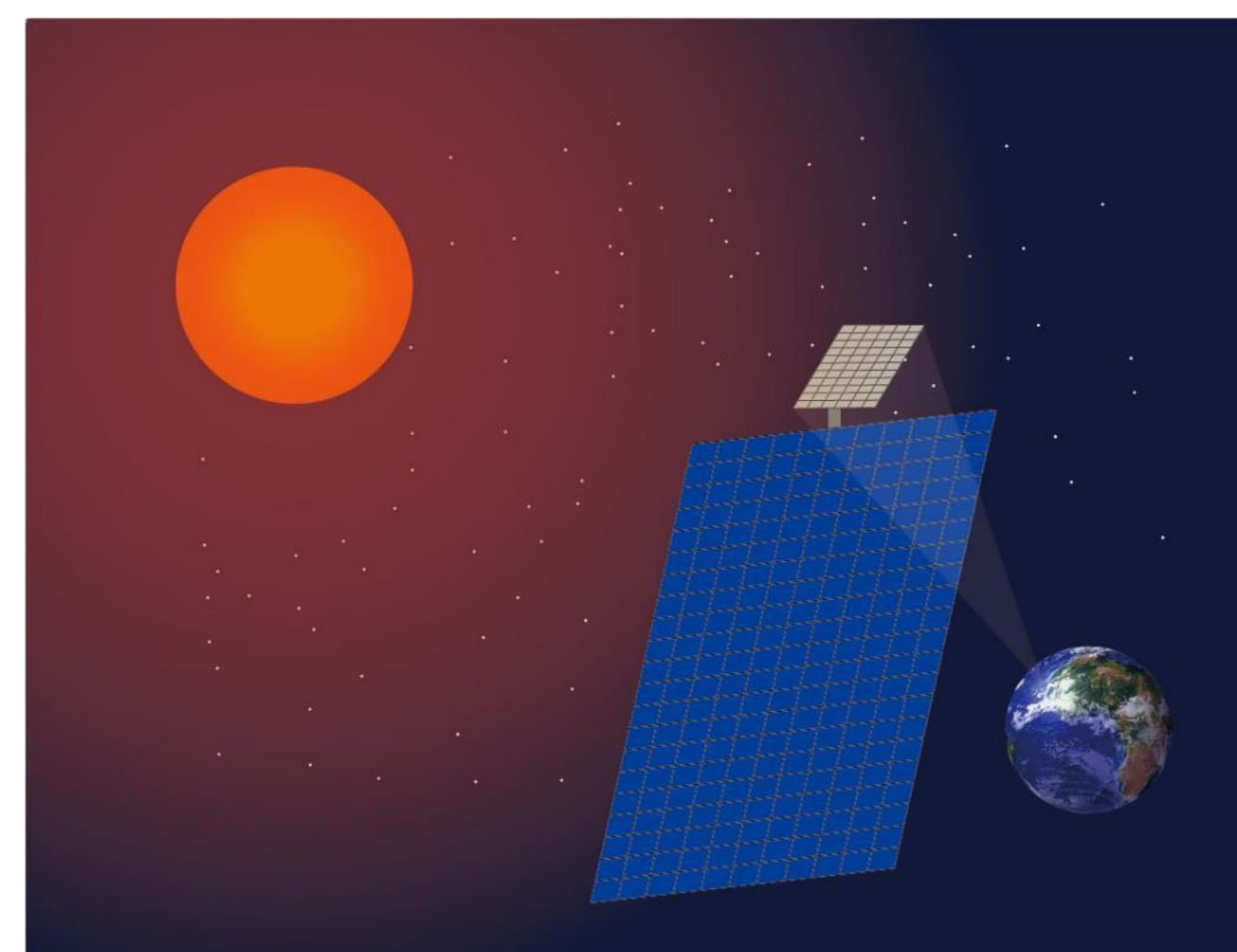
マイクロ波の電波により電力を離れた位置に送る技術が注目されています。太陽電池を宇宙に持って行けば、天候、昼夜問わず、安定した発電が行えます。この二つを組み合わせた宇宙太陽光発電衛星があります。

人工衛星から電力を送る際には地上の決まった受電アンテナにのみ電波を照射する必要があります。人工衛星は静止軌道上(36000km)にあるため送信される電波ビームが0.1度ずれただけで、受信位置が62kmもずれてしまいます。

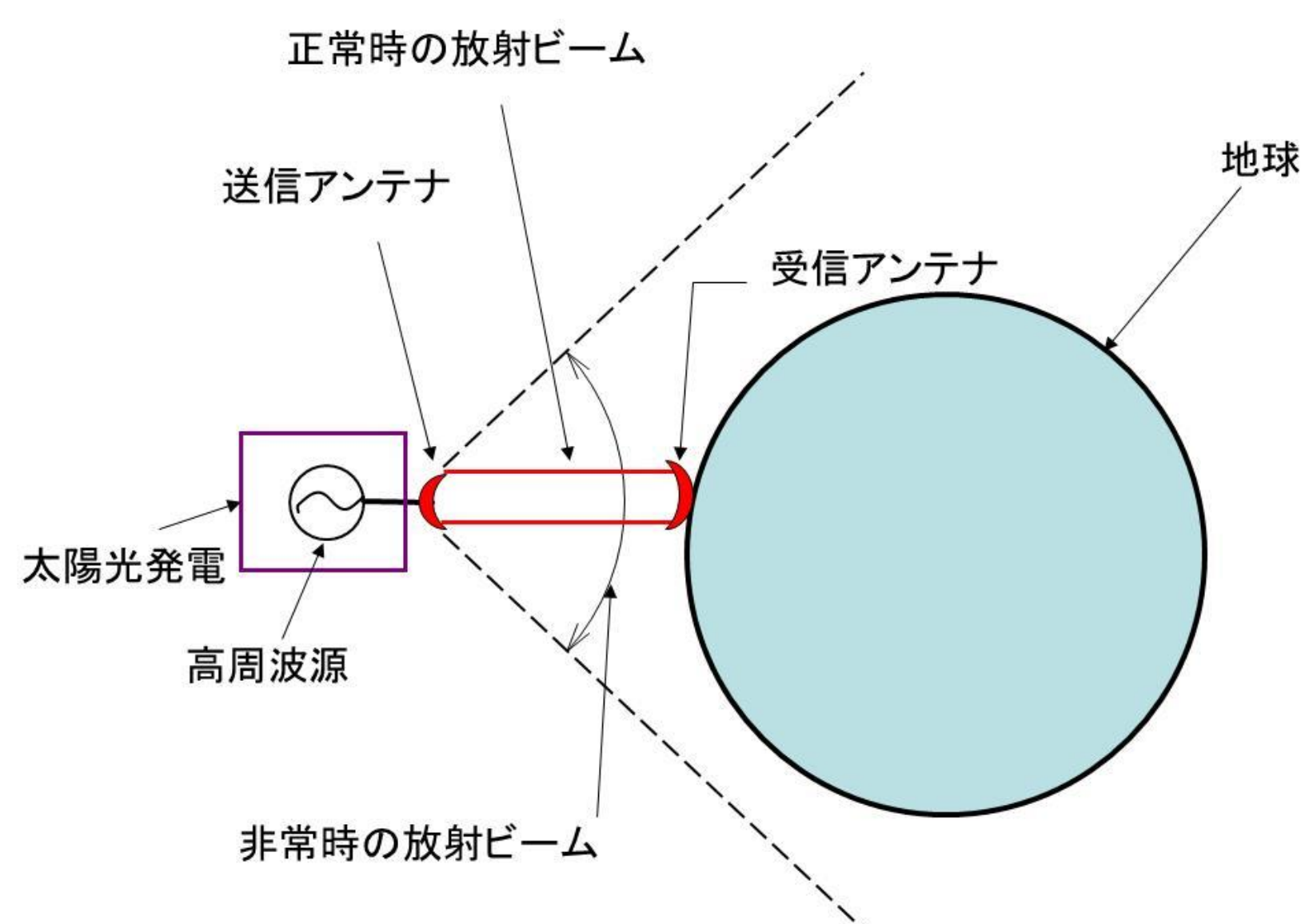
そこで、我々は衛星搭載アンテナの効率のよい電波ビーム制御方法やアンテナの配置を研究しています。



256素子フェーズド
アレーアンテナを用いた実験



衛星発電システム概念図



地球への電波照射

マイクロ波を用いた無線電力伝送もう一つの形態として、電気自動車への電力伝送といった比較的短距離での電力伝送があります。比較的近距离において電波を利用しようとすると、遠くで受信するときよりも電波の強度が“振動的に変化”してしまい複雑になります。

そこで我々は、この“振動的に変化”する領域の電波を操り、電気自動車等に搭載する受信アンテナを小型化する研究を行っています。

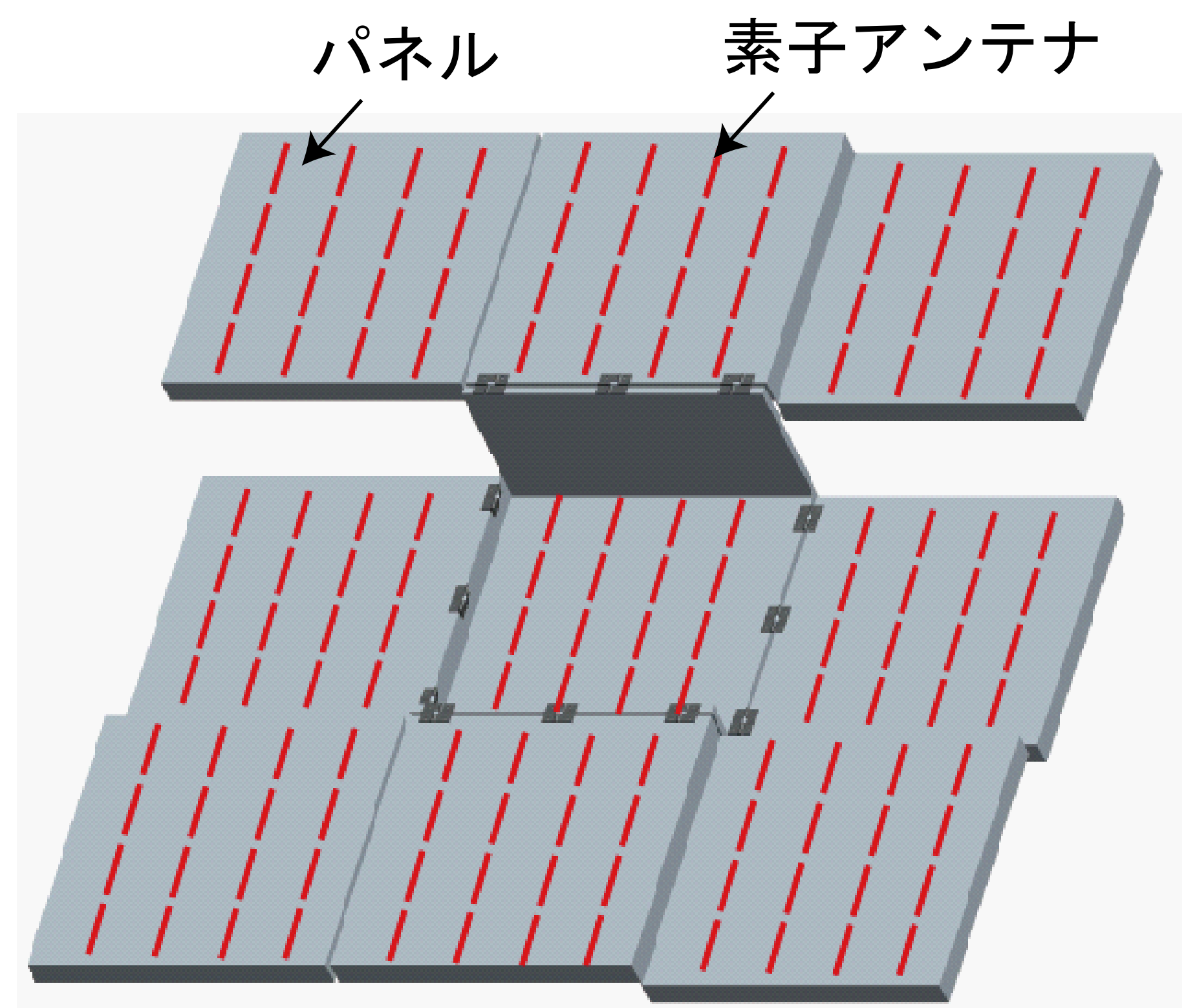
これらのように我々は、安全にエネルギーを送ることができるシステムの実現を目指して研究を進めています。

衛星搭載アンテナ研究グループ

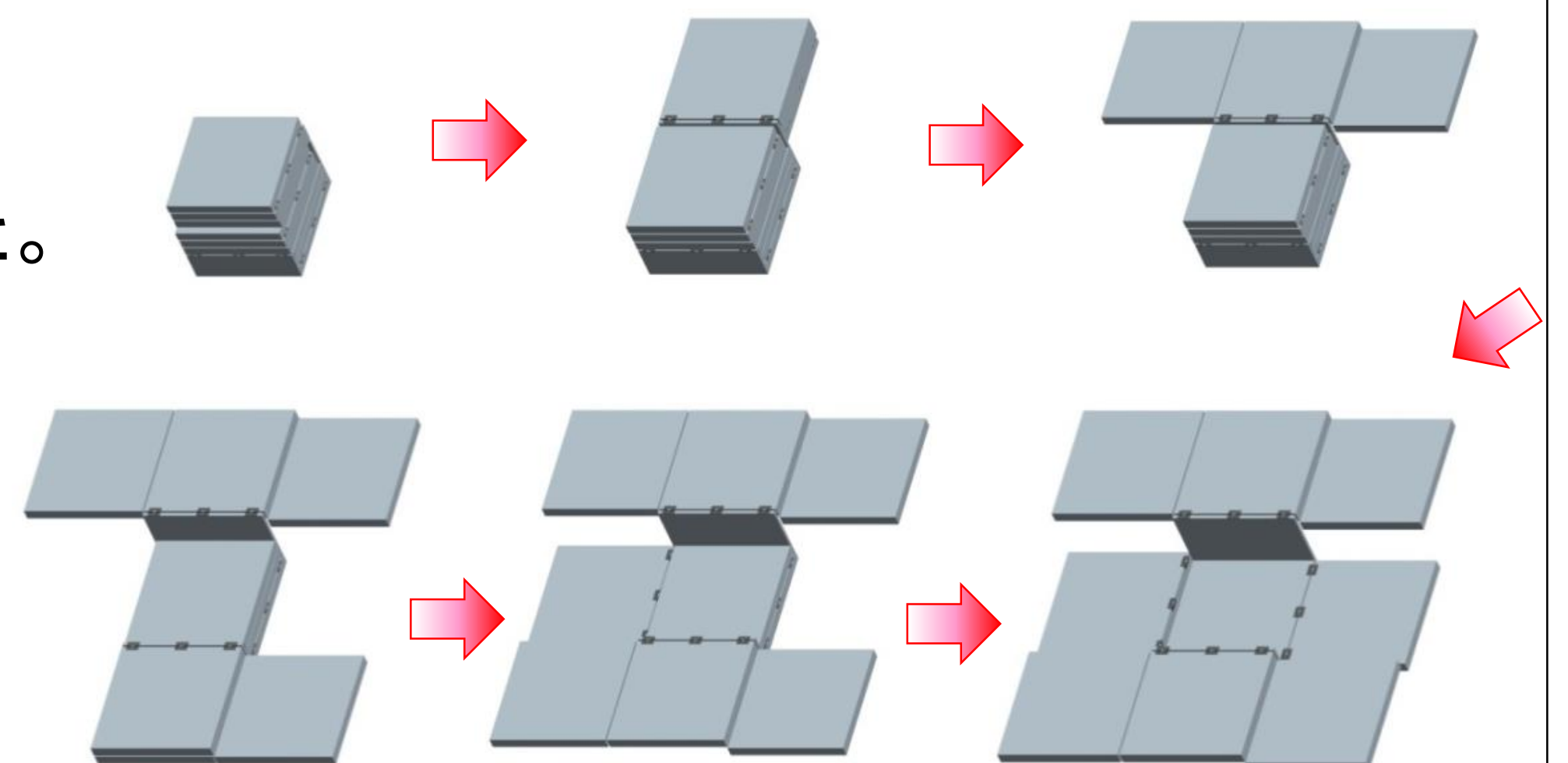
～コンパクトに収納できる展開アンテナをつくる～

衛星に搭載するアンテナは、大きいほど能率よく地球を観測したり、情報を送ることができます。しかし、ロケットの搭載制限のため宇宙に大きなアンテナを持って行くことは困難です。そのため、アンテナを折りたたみます。

現在のアンテナ展開技術では小さくたたんだアンテナを同じ面に展開することは可能ですが、機械的に複雑になり展開に失敗する可能性もあります。そこで、我々は展開時の機械的な動作を極力少なくし、アンテナの回路制御により電子的に段差を補正する方法を提案しました。

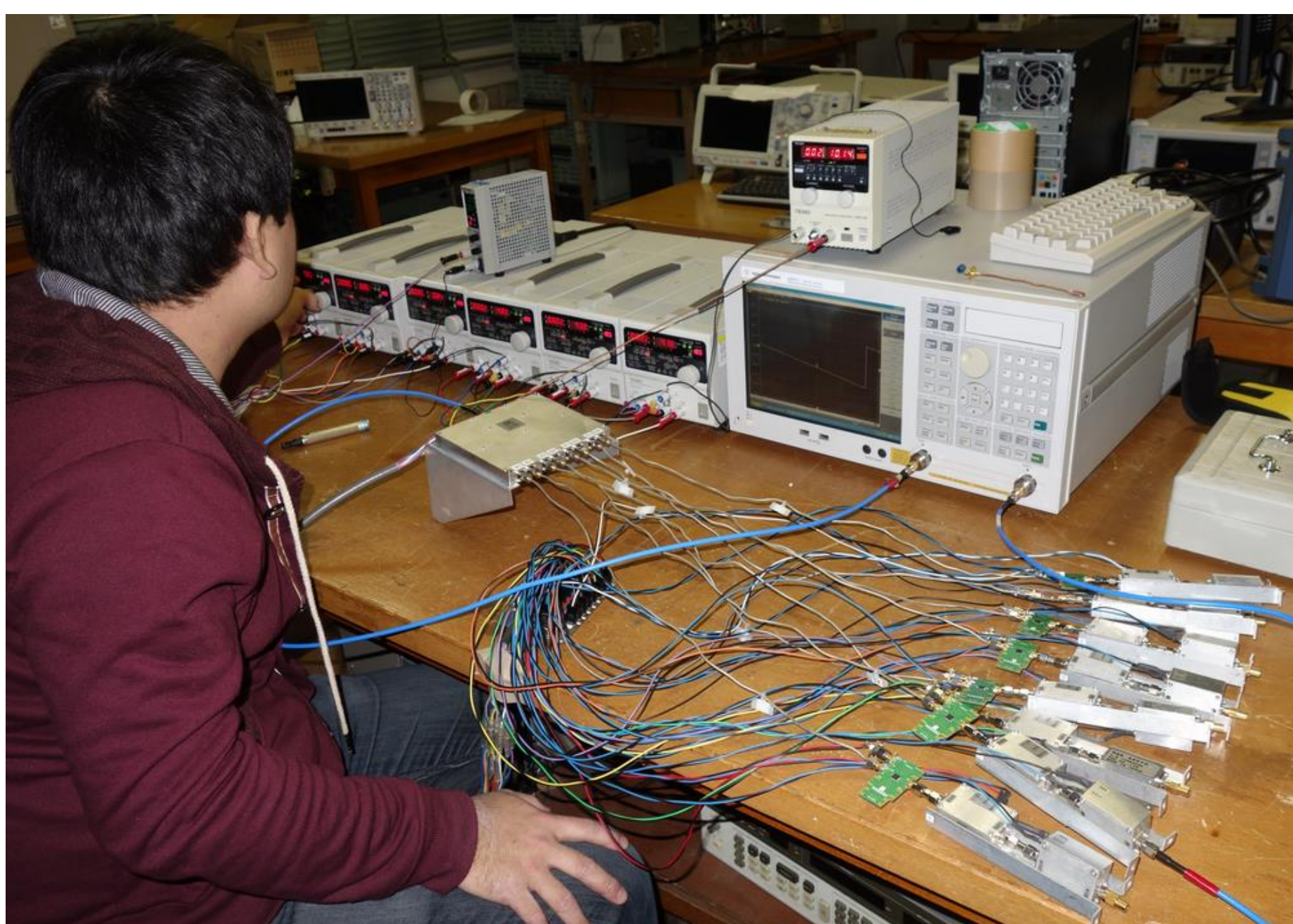


パネル型展開アンテナ



展開方法

提案アンテナは、小さな素子アンテナを複数個配列し、大きなアンテナと同じ性能を得ているアンテナです。この小さなアンテナ群はアレーアンテナと呼ばれます。小さなアンテナひとつひとつから出る電波の“強度”と“位相”を変え、最適な段差補正の検討と、電波ビーム操る研究を行っています。



位相補正試験の様子

衛星搭載アンテナ研究グループ

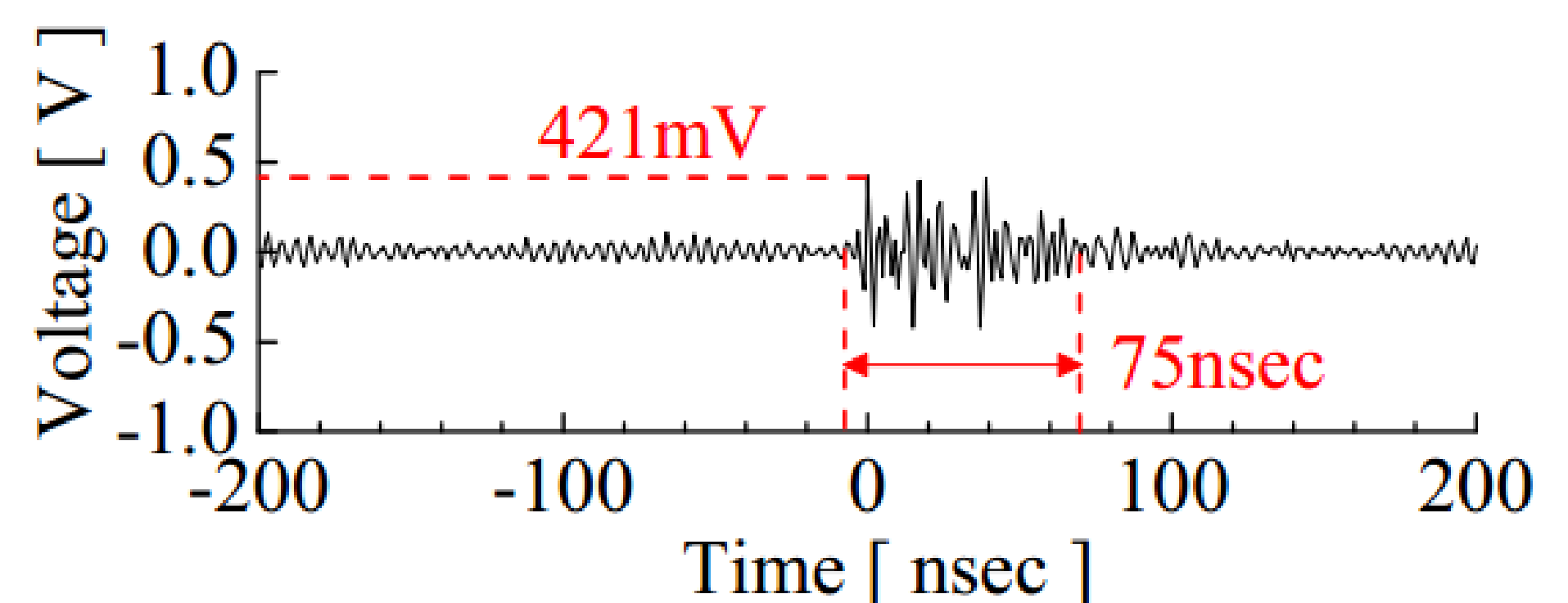
～高性能アンテナで宇宙から地球環境を見守る～

岩石破壊時にマイクロ波が放射される事が確認されています。また、火山噴火や地震の起きる前兆として、地下での岩石破壊現象が知られています。岩石破壊時のマイクロ波を測定することができれば地震予知につながる可能性があります。

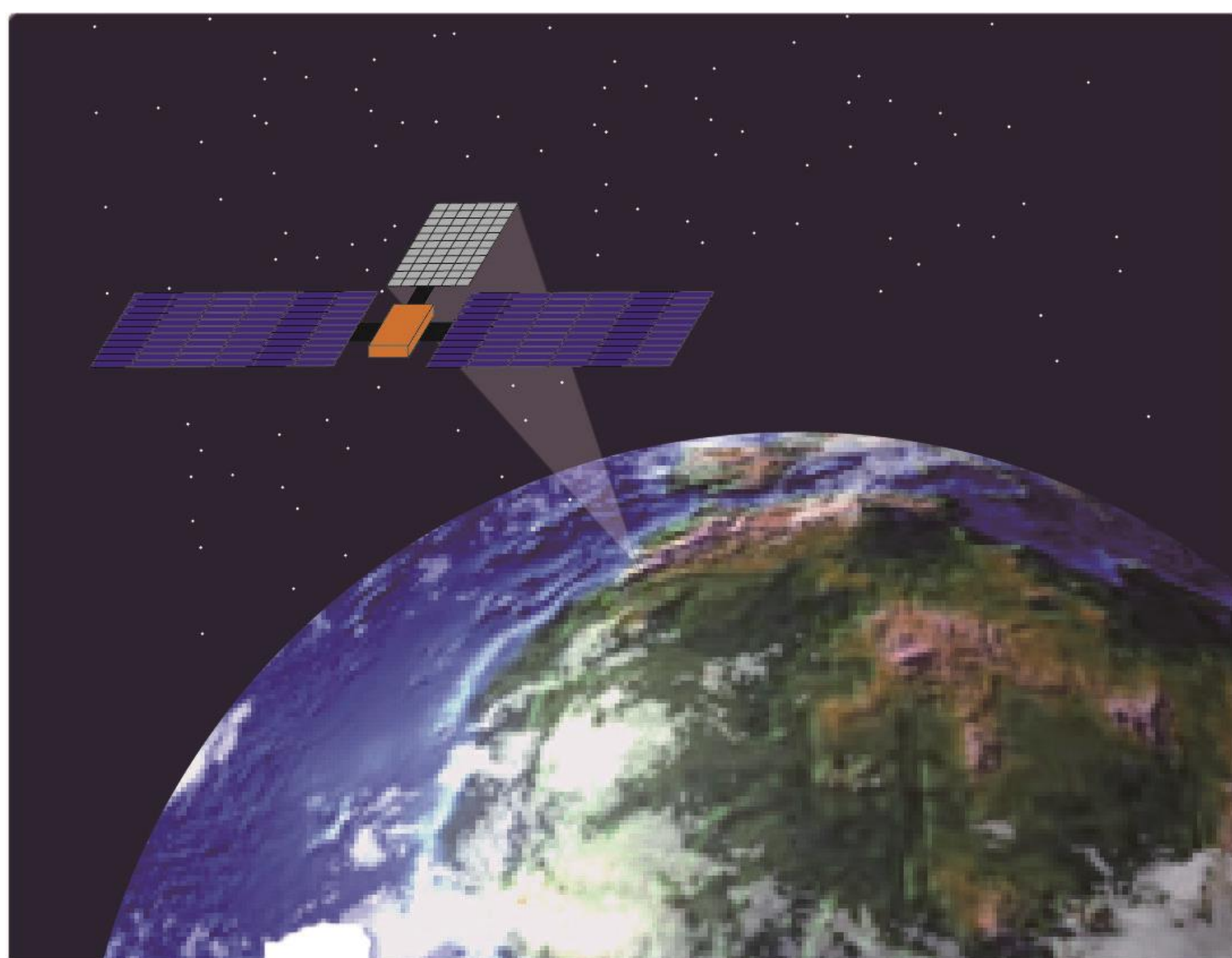
そこで我々は岩石を破壊し測定を行うシステムを独自に開発しました。開発したシステムにより様々な種類の岩石を破壊し、岩石から放射されるマイクロ波の特性を測定しています。岩石由来のマイクロ波放射のメカニズムを知ることで、電磁波による地震予知に役立てる研究を行っています。



岩石破壊実験風景



玄武岩からの放射波形



リモートセンシング概念図

岩石破壊時のマイクロ波放射のような地球から発せられる電波、または地球に照射して反射・散乱される電波を観測することによって、地球の様々な状況を知ることができます。

電波によるリモートセンシング観測には、高性能なアンテナが必要です。宇宙にあげるという観点からは、部品点数を少なくするという事も高性能化の一つです。我々は、部品点数を抑えても性能が劣化しないアンテナの研究を行っています。

M2M研究グループ

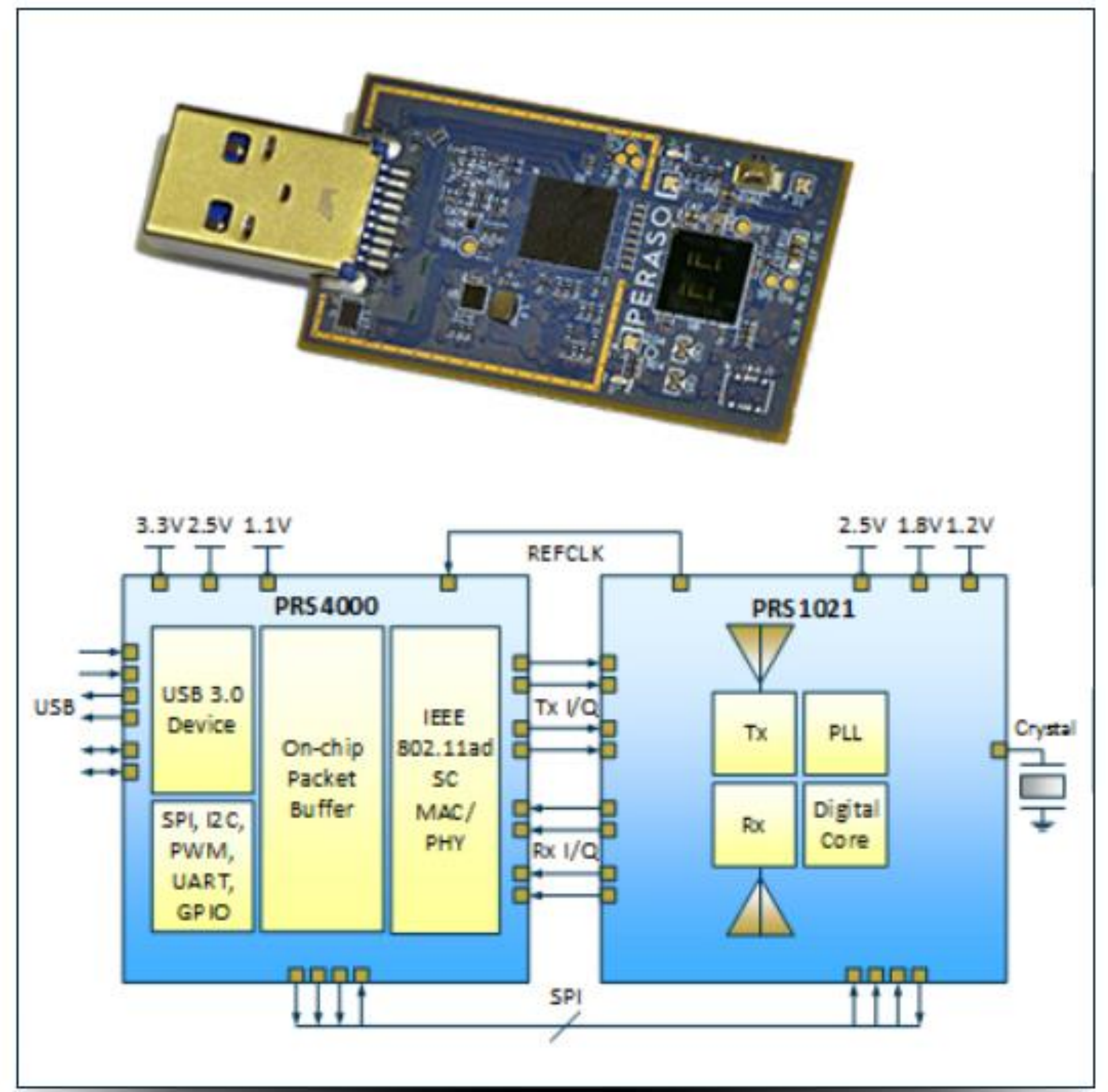
～2020年通信網技術を知り、測定・応用技術を創る～

手軽に誰ともいつでもつながり、また、必要なときに必要なデータがやりとりできる通信網の実現は、我々の生活の質を著しく向上させました。

このような通信網は、人-人間の通信だけでなく、いまや機械-機械間通信にまで広がり、次世代自動車間通信などに応用される勢いです。機械-機械間通信において、光通信ネットワーク技術とモバイル通信技術は、なくてはならないものです。これは、これら技術がインフラを下支えする重要な技術であるからです。

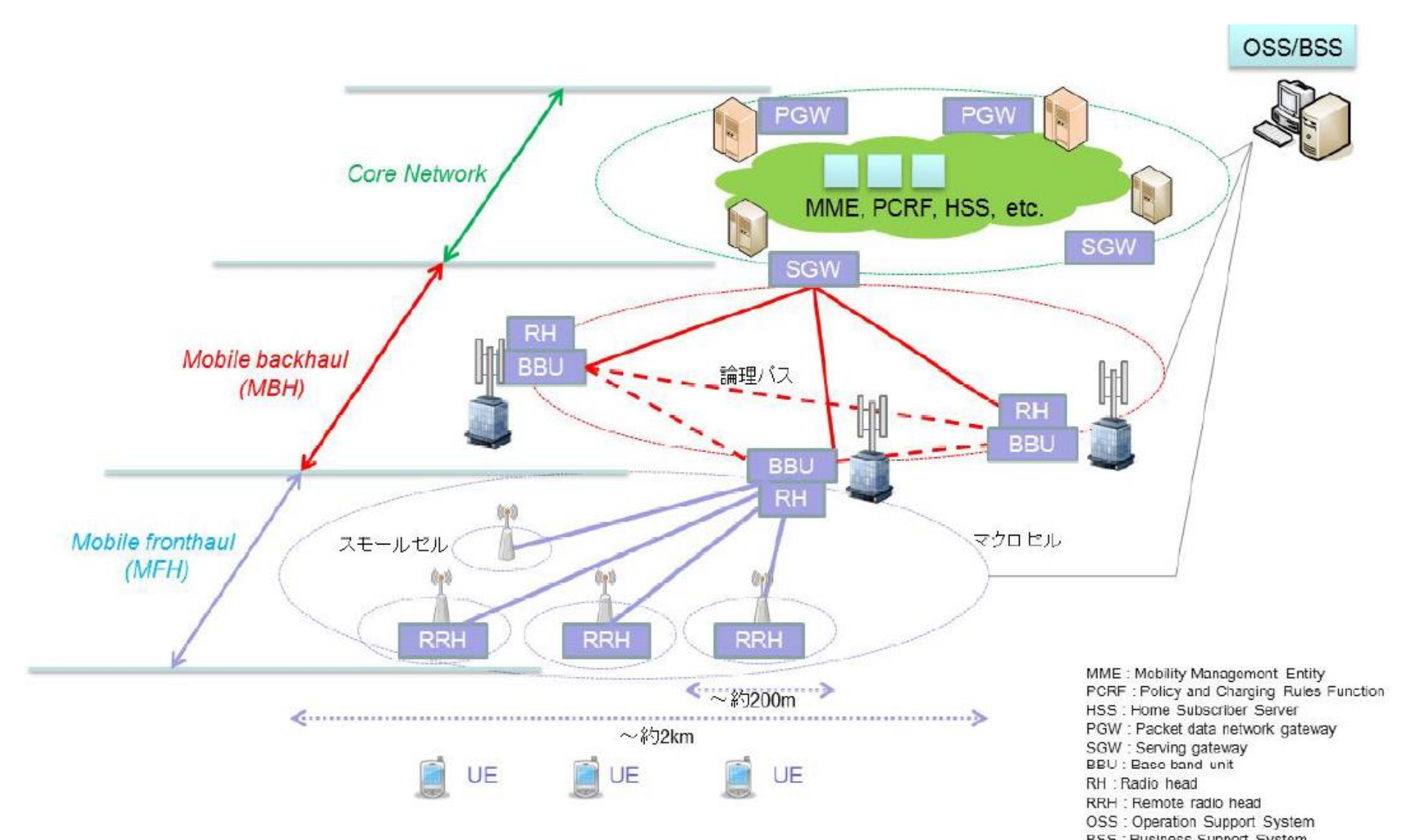
そこで、我々はモバイルを含む光通信ネットワーク網と第5世代モバイル技術の動向を調査し、安全・安心な社会をつくる超高速ミリ波システムとその測定、応用技術の調査研究をしています。

第5世代モバイル通信で利用されるであろうミリ波システムとしては、既に、右上に示した、従来の15倍の速度で通信が可能な、カナダ Peraso Technologies社802.11ad準拠60GHz帯通信機が実用化され販売が開始されてきています。また、右下の図のように、高速なモバイル通信を下支えするための次世代光ネットワーク網のイメージも検討されるようになってきています。第5世代モバイルは、東京オリンピック開催の2020年に商用化される予定です。



Peraso Technologies社が開発した
60GHz帯Wi-fi送受信通信機

http://www.perasotech.com/gp_product/consumer-ic-products/



モバイルを含む次世代光ネットワーク網
のイメージ

http://www.ttc.or.jp/files/1014/2959/5266/TT_C_FMN-adhocWP_1.0_20150427.pdf

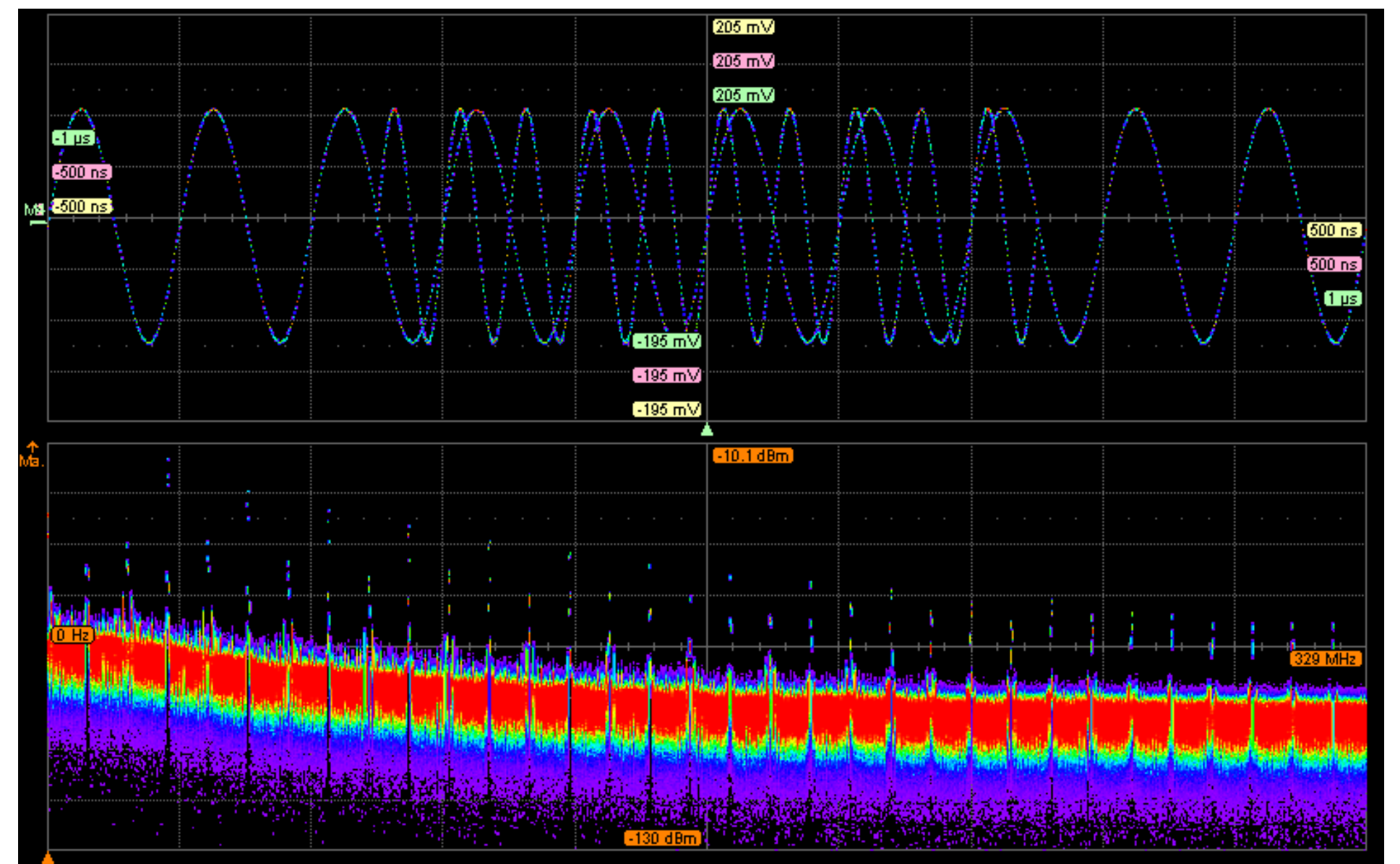
高安定通信研究グループ

～もっと高速で途切れないスマートフォンをつくる～

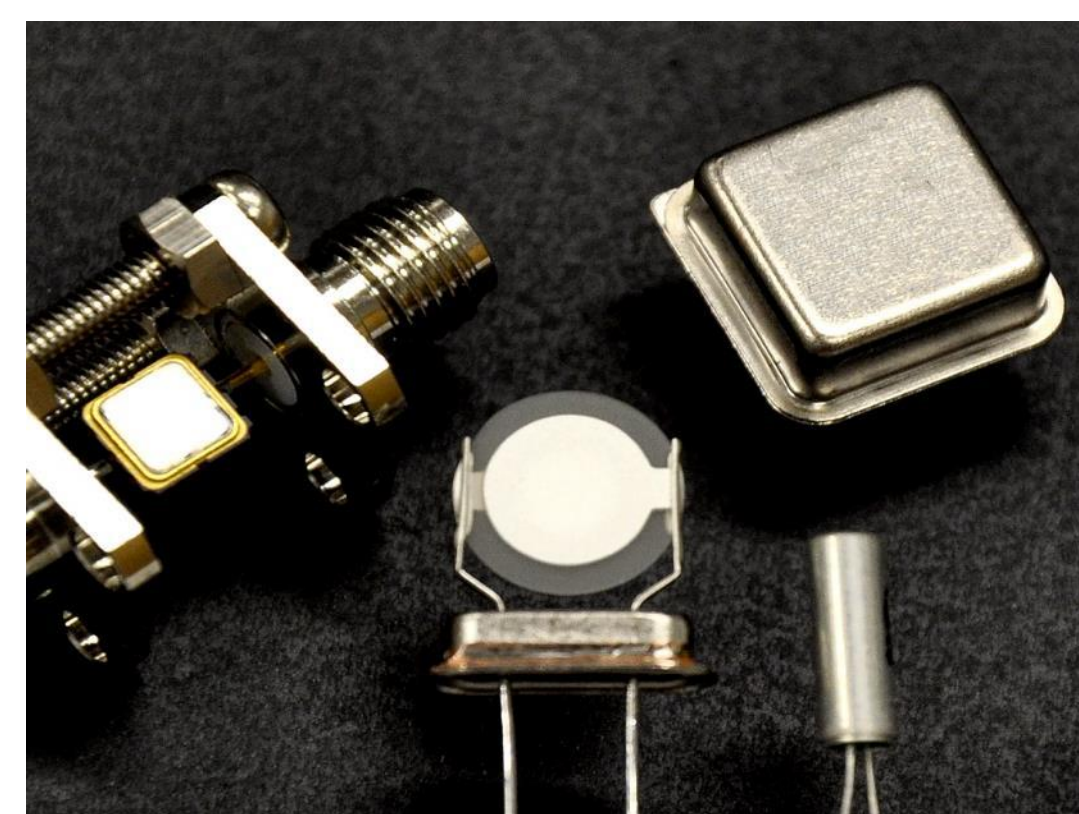
東京オリンピック・パラリンピックの開催が予定されている2020年に向けて第5世代携帯電話を世界に先駆けて実現するための研究が日本国内で急速に進められています。

現在の1000倍以上の高層化・大容量化を実現するために重要となる技術の一つが、電波の信号を発生させる基準となる水晶発振器の高安定化です。スマートフォンだけではなく、電子回路には必ずと言って良いほど搭載されている水晶発振器ですが、この発振周波数が不安定だと、他の無線通信の電波と干渉を起こしたり、通信が正常におこなわれず途切れる原因となります。

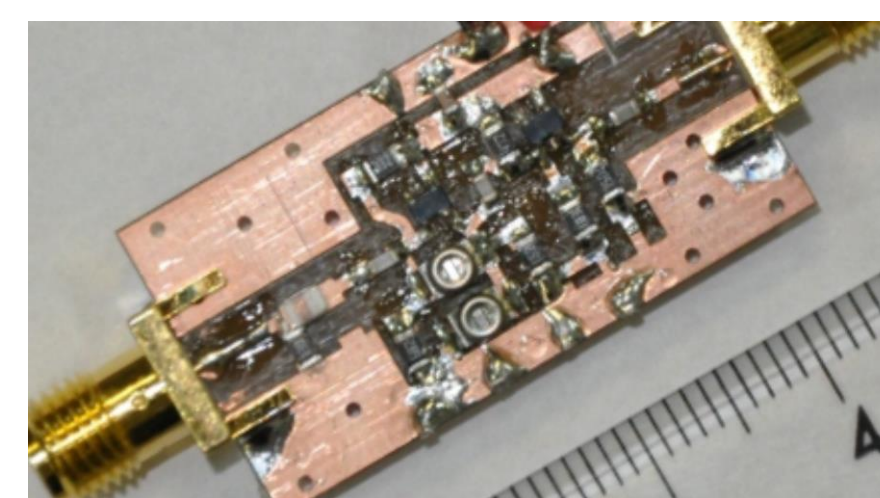
我々は超高安定で正確な水晶発振器の開発をおこなっているほか、開発した発振器が本当に高精度で高安定なのかを評価するための測定器の開発もおこなっています。



基準発振器の波形とスペクトル



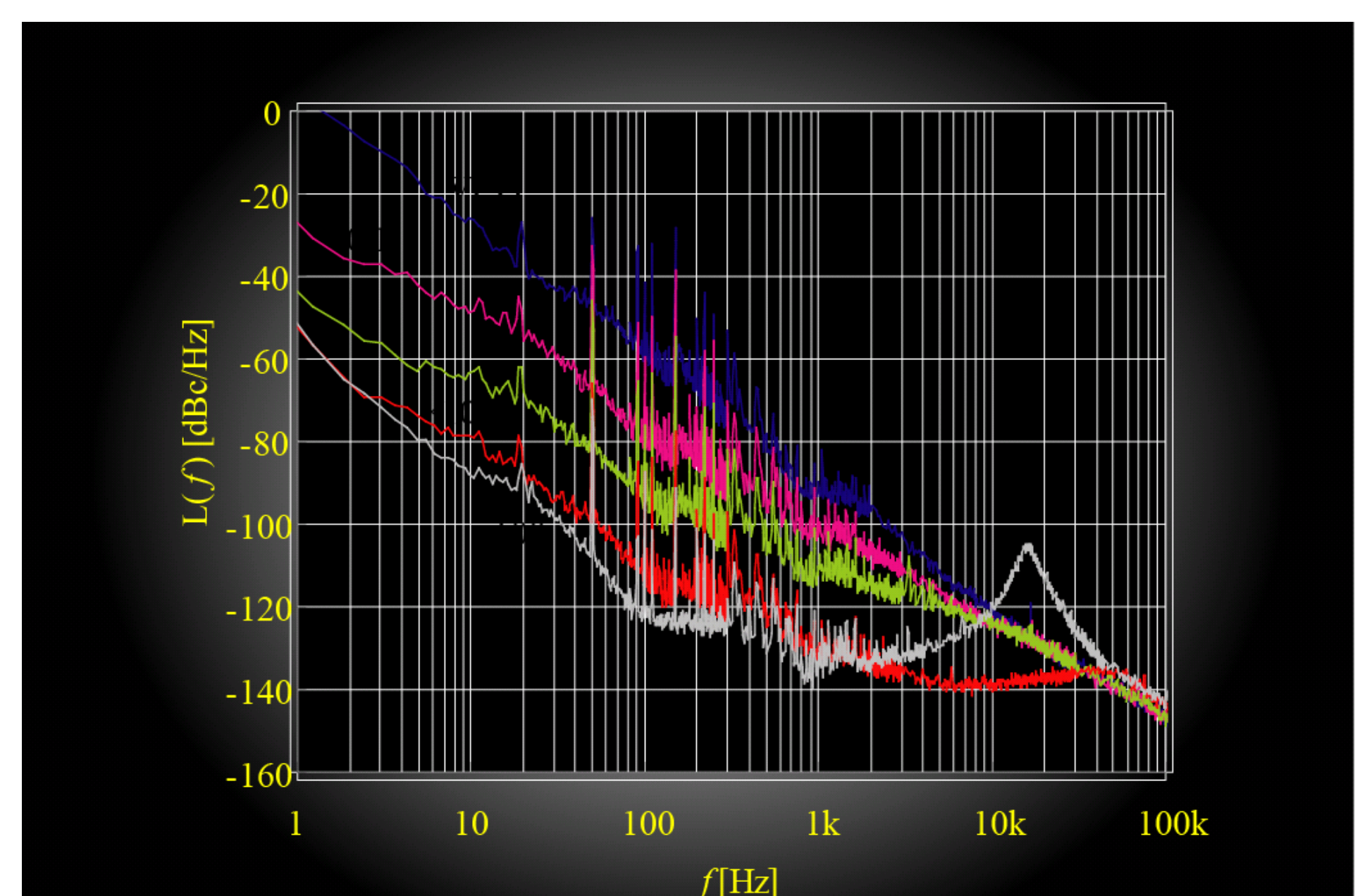
水晶発振器に使用する水晶振動子



高周波水晶発振器(465MHz)



水晶発振器の安定度測定評価



水晶発振器の周波数安定度の測定



日本大学 理工学部



電子工学科

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1
電子工学科事務室4号館1階
TEL: 047-469-5453
FAX: 047-467-9683