

# 理研における先端光科学研究

基幹研究所  
エクストリームフォトンクス研究グループ

緑川克美

光・量子ビーム研究開発作業部会

2012年3月28日

# 理化学研究所における光・光量子科学

—最先端の装置開発と幅広い分野への融合的展開—

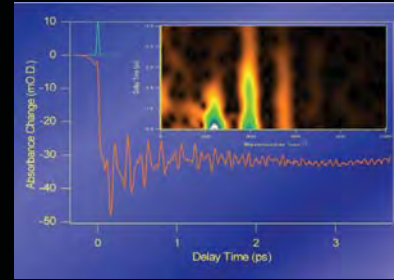
## テラヘルツ光研究



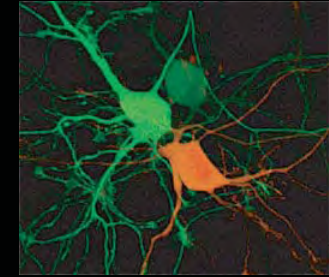
## 半導体フォトニクス



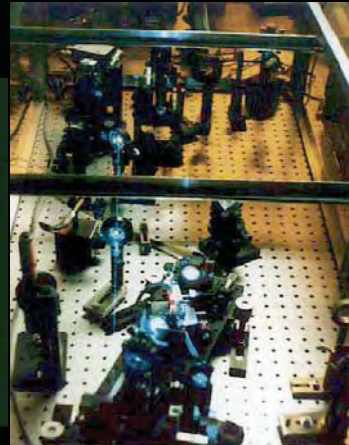
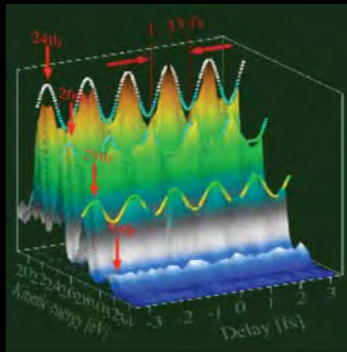
## 超高速分子科学



## バイオイメージング研究



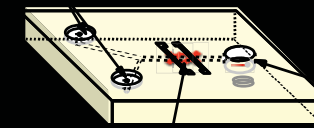
## フェムト～アト秒科学



特殊環境レーザー

## フェムト秒レーザー加工

試薬注入口



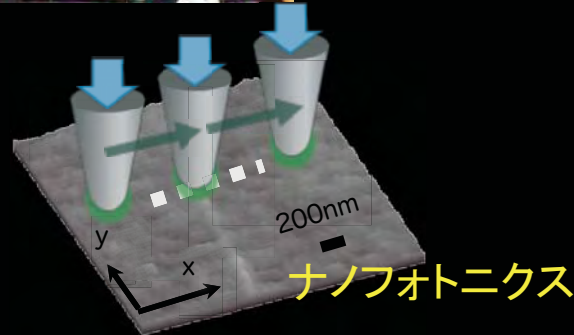
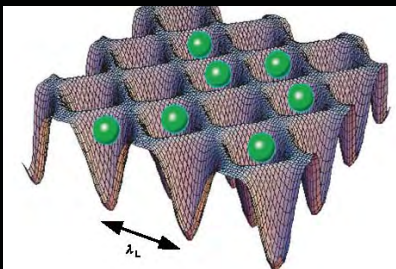
反応生成物貯蔵  
分析タンク

反応領域

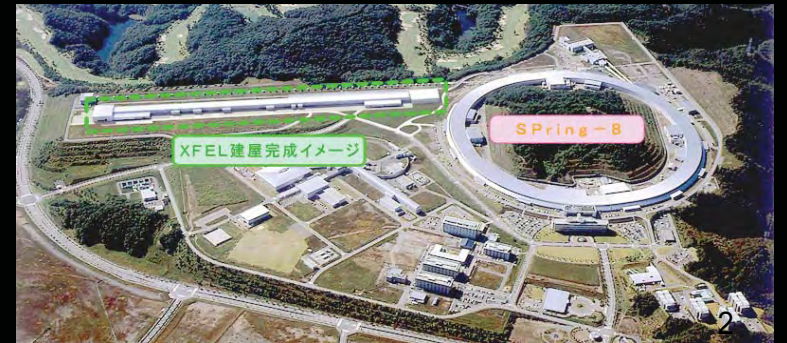
## 放射光高度利用研究

X線自由電子レーザー

## 光格子時計



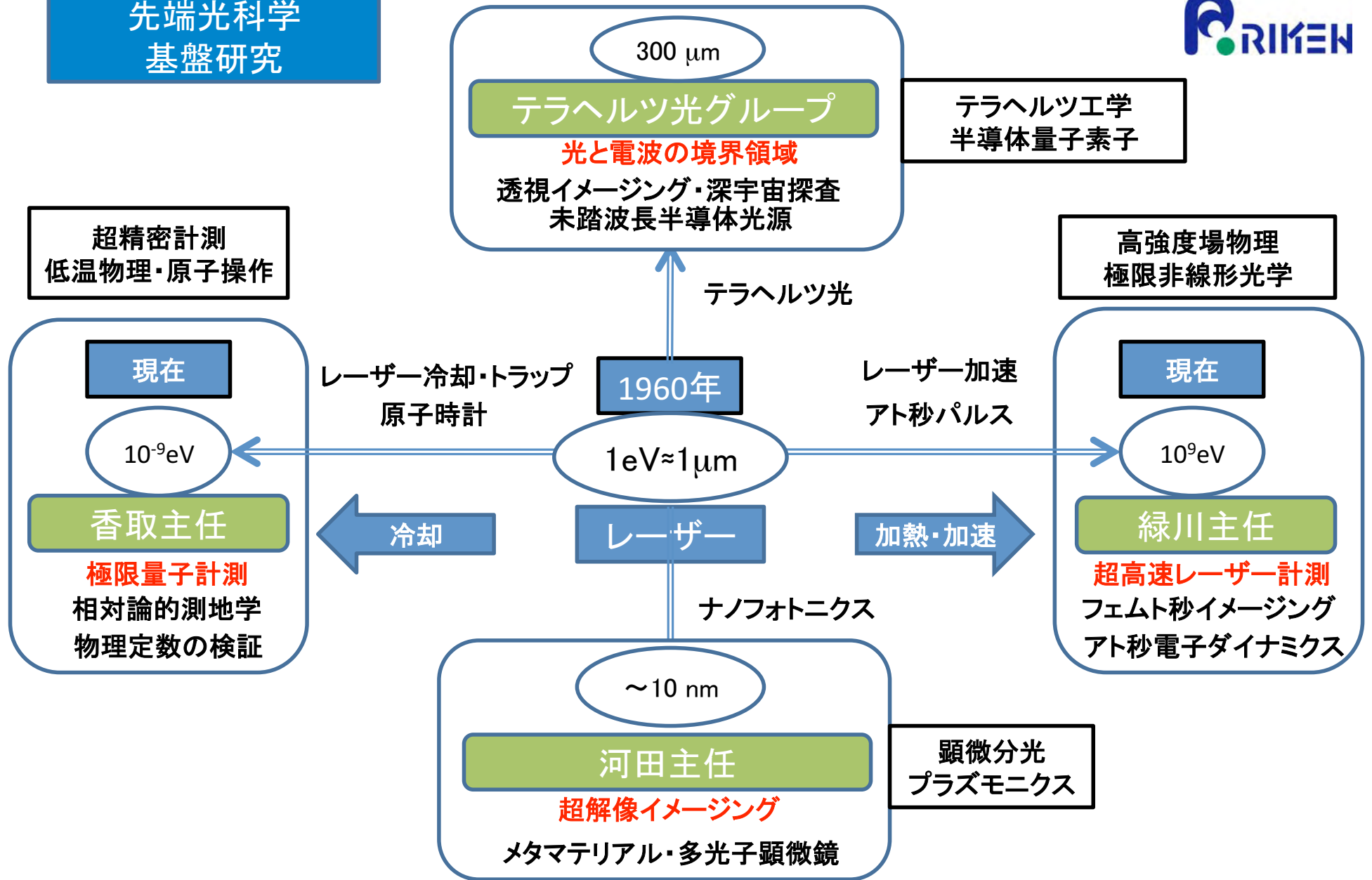
ナノフォトニクス



XFEL 建屋完成イメージ

Spring-8

先端光科学  
基盤研究





# 未開拓光資源の創造と活用

## 一次期先端光科学基盤研究の構想一

光科学技術は、基礎科学のみならず物質・材料、ライフサイエンス、情報通信、ものづくりなど、21世紀を支える研究開発においてイノベーションを創出するキーテクノロジーとして期待されている。しかし、今なお我々は、光そのものを知り尽くしてはおらず、その光の持つポテンシャルを十分には引き出し活用しているとは言えない。

本研究では、光全体を様々な可能性を秘めた資源と捉えて、未踏の光の発生や究極的な光の制御そして光そのものの理解を深める研究を通して、未踏領域の光や新しい光を活用する技術を開拓する。さらに、これエンジニアリングとして確立することにより、安全・環境保護・防災ならびに資源探査、医療・検診等に関する技術に革新的進展をもたらす。



# 19世紀「蒸気」—20世紀「電子」—21世紀「光」 持続可能な「光の世紀」のために

—電子技術から光技術へ—

光電場加速(高周波加速から光加速へ)

光時計(マイクロ波から光へ)

半導体光源(電子管から固体デバイスへ)

テラヘルツ光(電波と光の橋渡し)

光エネルギー伝送(電力から光力へ)

—未開拓光資源の活用—

周波数資源の拡大と利用(新しい光の利用)

未踏波長LEDの開発(医療診断、滅菌・浄水、農業・漁業)

未開拓光の利用(超短・短波長光の産業利用)

—3Dから4Dへ(構造からダイナミクスへ)—

アト秒分子ホログラフィー

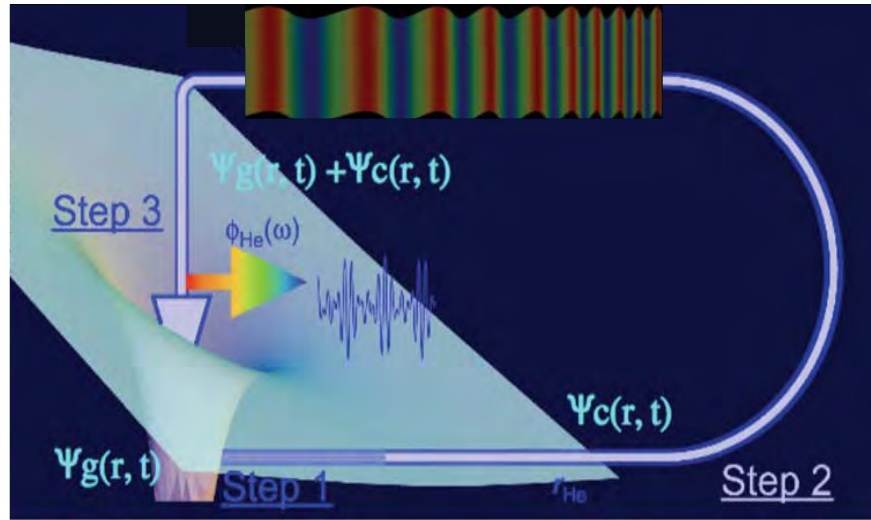
超解像リアルタイム生体イメージング

相対論的リアルタイム測地学

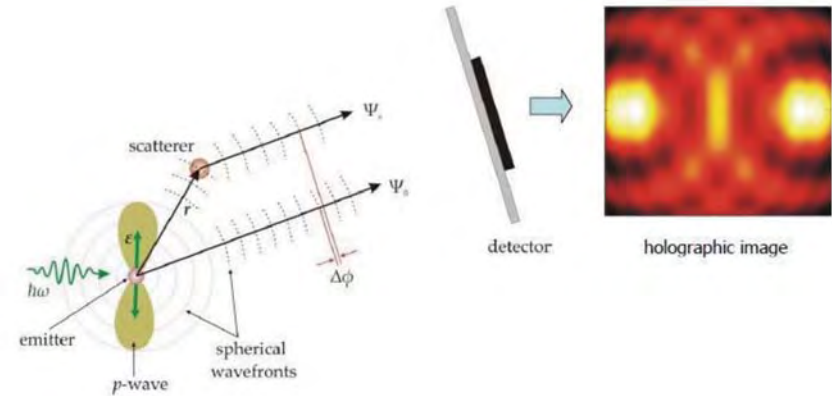


# 原子スケール加速器によるアト秒科学

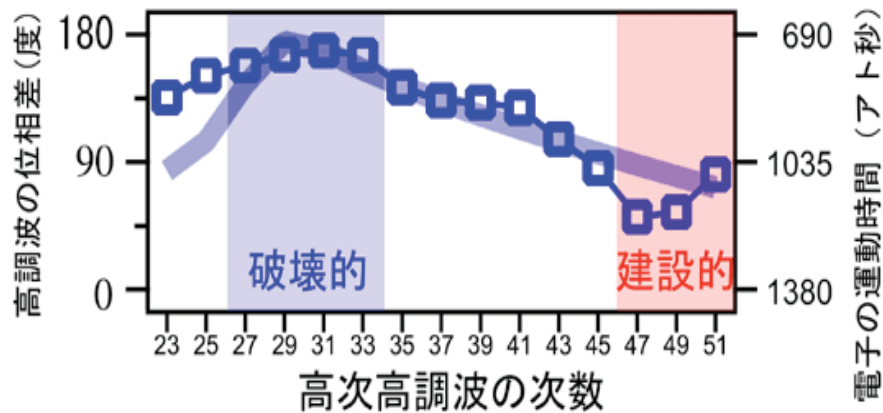
## 高次高調波の発生：電子波束の干渉計



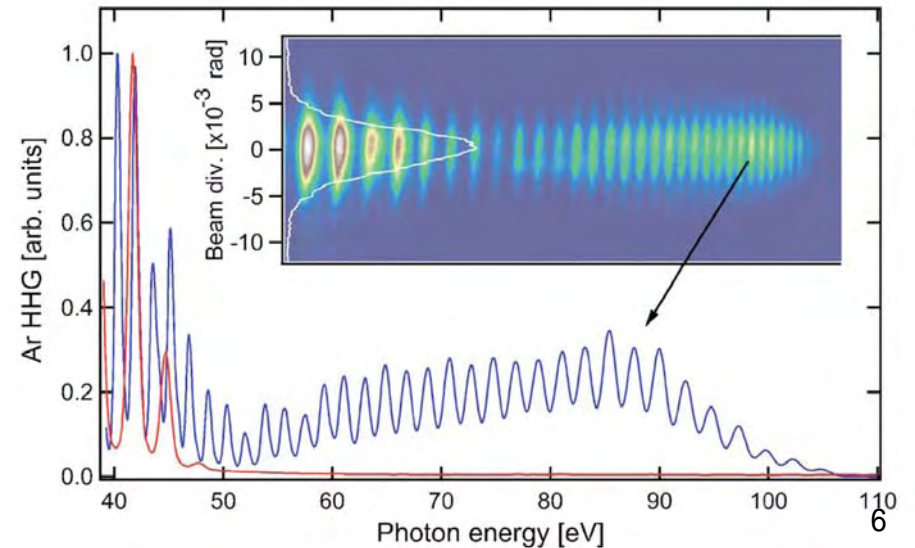
## アト秒分子ホログラフィー フェムト秒分子構造解析



## アト秒電子波束の干渉計

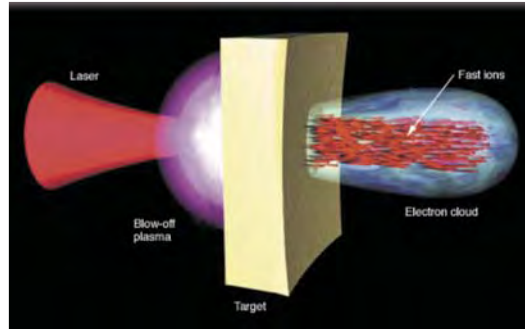


## アト秒X線レーザー光源



# 加速器科学とレーザー科学の融合

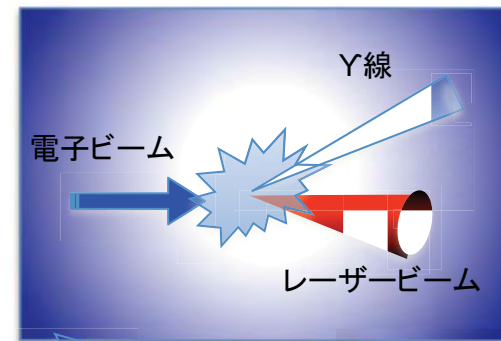
イオン加速



超高エネルギー電子加速



ガンマ線・中性子発生

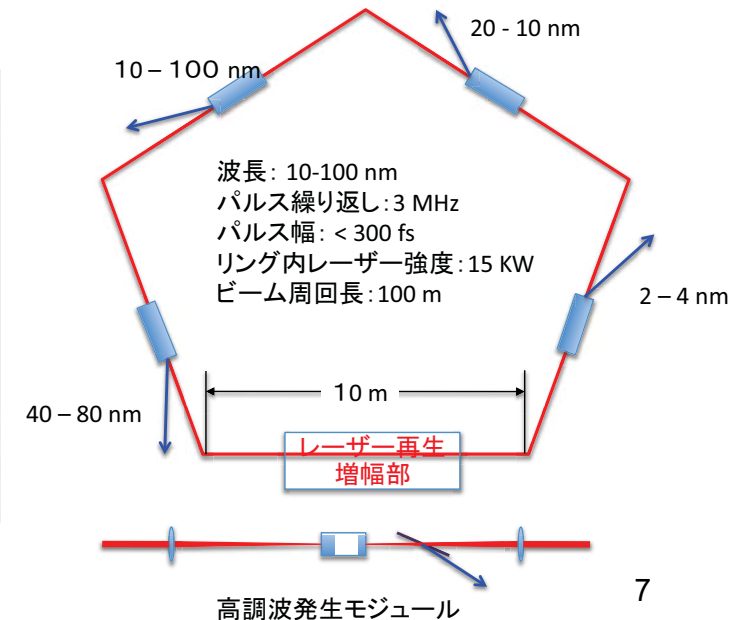
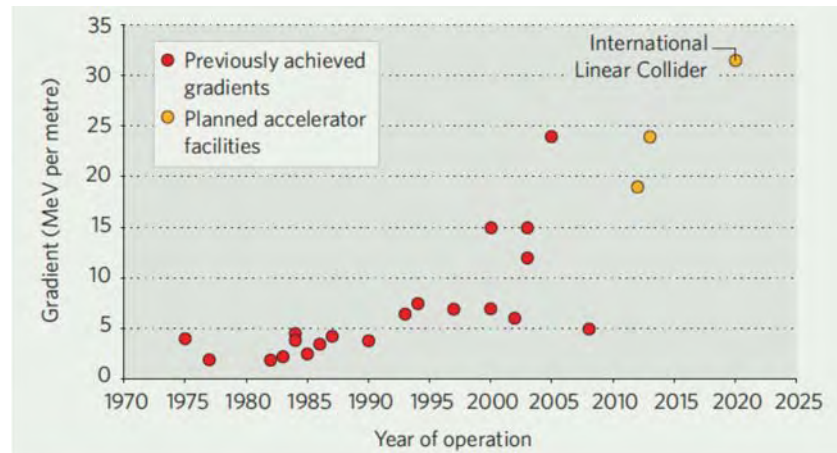


加速勾配: 100 GV/m (現在の加速器の千倍以上)  
cf. 30 MV/m (SACLA)

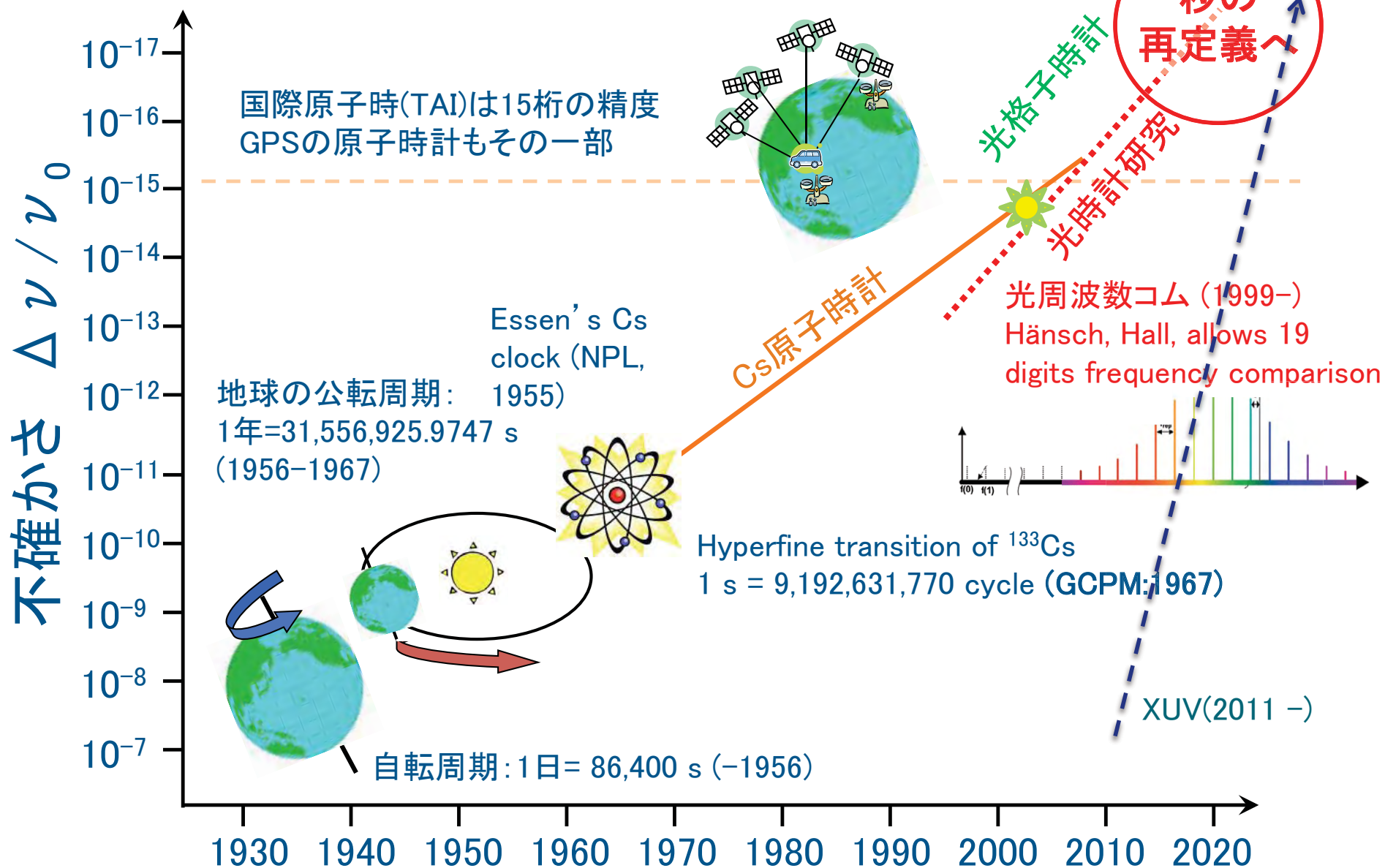
放射光に代わる  
コヒーレントXUV光源

長さ30 kmのILC(国際線形加速器)が、  
わずか数mに!

問題は、ルミノシティと安定性、効率



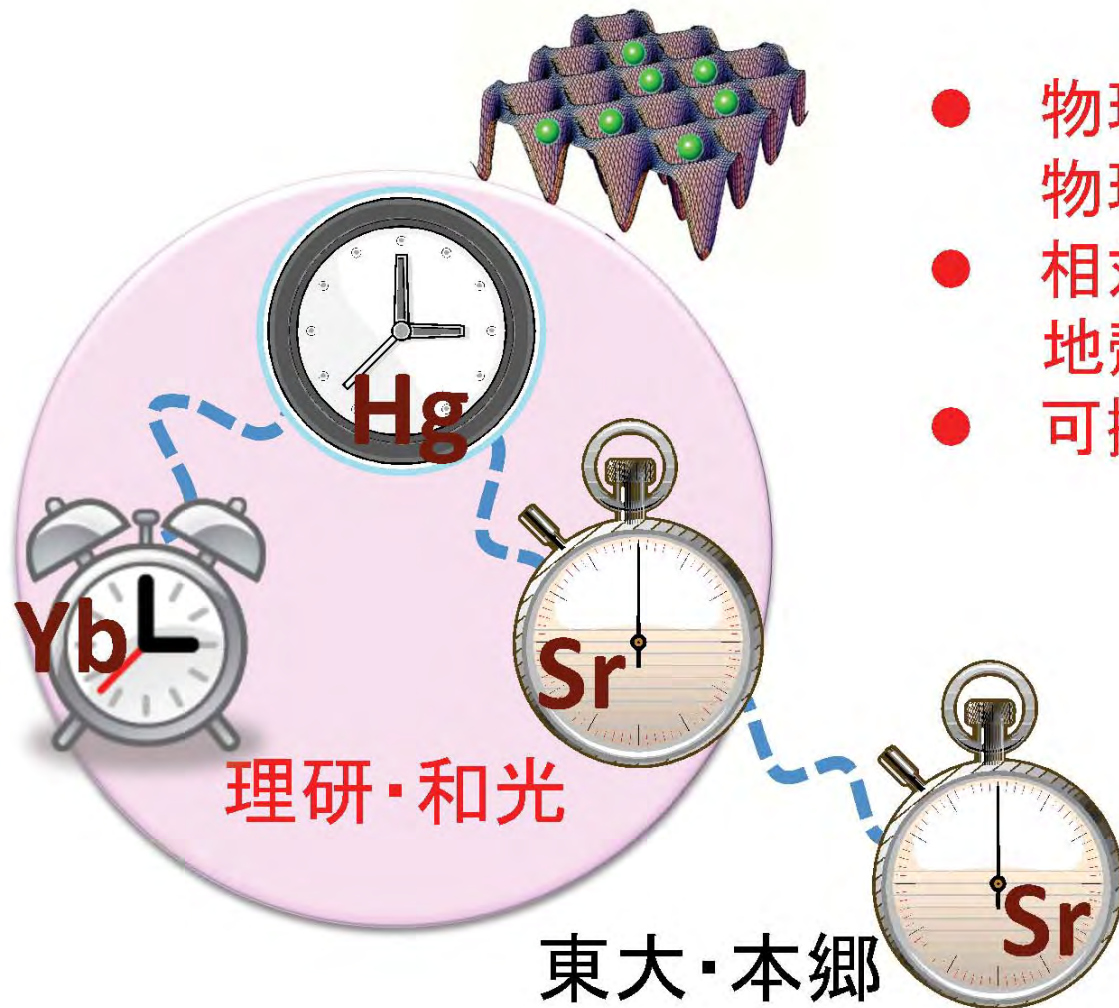
# 1秒の定義の変遷





# 次世代時間リソースが提起する物理と工学

光格子時計は、魔法波長のプロトコルの考案によって、新たな量子計測の可能性を提起した。2001年の提案以来、現在までに20以上の研究拠点を開発が進む。Sr光格子時計の精度は、現行のSI秒の精度を凌駕し、秒の再定義を迫っている。光格子時計は、人類知への貢献、人類の持続的発展に資する、新たな時間リソースを提供する。



- 物理定数の恒常性？  
物理定数と重力の結合？
- 相対論的測地学：資源探索、  
地殻変動の監視
- 可搬型光格子時計の開発

