

2023 - 2027年度
領域番号23A201



文部科学省 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A)

1000テスラ超強磁場による 化学的カタストロフィー 非摂動磁場による化学結合の科学

領域代表者
東大物性研
松田康弘

2

計画研究 研究代表者と研究分担者

A01

1000 T結晶格子の探索と説明 - 誘電体

研究代表者: 大和田 謙二
QST・グループリーダー
誘電体

研究総括・X線構造解析

研究分担者: 塚田 真也
島根大教育・准教授・誘電体
誘電体ラマン散乱

研究分担者: 平井 大悟郎
名古屋大・准教授・無機固体化学
新物質合成

研究分担者: 加藤 大地
京大院工・助教・無機固体化学
新物質合成

研究分担者: 松田 康弘
東大物性研・教授・超強磁場科学
超強磁場測定

A04

1000 T 化学反応の探索と説明 - 分子・タンパク質

研究代表者: 木村 尚次郎
東北大金研・准教授
強磁場・光化学
研究総括・磁場分光

研究分担者: 永田 崇
東大物性研・助教・生物物理
生体高分子の磁場効果

研究分担者: 草本 哲郎
阪大基礎工・教授・合成化学
ラジカル分子合成

研究分担者: 若狭 雅信
埼玉大・教授・スピン化学
化学反応の磁場効果

A02

1000 Tスピン格子結合の探索と理解 - 磁性体

研究代表者: 池田 暁彦
電通大理工・助教
超強磁場

研究総括・磁歪・X線回折

研究分担者: 大池 広志
さがけ/東大工・非平衡物理
非平衡技術

研究分担者: 野原 実
広島大・教授・強相関電子・超伝導
強相関物質合成

研究分担者: 野村 肇宏
東京電機大・講師・超強磁場・超音波
超音波測定

研究分担者: 米澤 進吾
京大工・教授・超伝導
強相関物質計測

A05

1000 T素粒子探索と宇宙磁気プラズマの解明

研究代表者: 稲田 聡明
東大素粒子センター・助教
素粒子物理
研究総括・素粒子実験

研究分担者: 浅井 祥仁
東大院理・教授・素粒子物理
素粒子理論解析

研究分担者: 坂和 洋一
阪大レーザー研・准教授・プラズマ物理
プラズマ実験・理論解析

研究分担者: 森田 太智
九大総合理工・助教・プラズマ物理
プラズマ実験

研究分担者: 陳 詩遠
東大素粒子センター・特任助教・素粒子物理
素粒子実験

研究分担者: 新田 龍海
東大素粒子センター・特任助教・素粒子物理
素粒子実験

A03

1000 Tバンド電子の探索と理解 - 金属・半導体

研究代表者: 徳永 将史
東大物性研・准教授
強磁場・磁性・輸送現象
研究総括・強磁場測定

研究分担者: 伏屋 雄紀
電通大理工・教授・固体物理
理論解析

研究分担者: 秋葉 和人
岡大自然・助教・極限環境物性
物性測定

研究分担者: 酒井 英明
阪大院理・准教授・物質開拓
物質合成

研究分担者: 瀬尾 優太
東大生研・特任研究員・原子層科学
試料育成

研究協力者

A03 町田友樹 (東大) A04 井上圭一 (東大)、矢後友暁 (埼玉大)、松岡 亮太 (分子研)
A05 尾崎典雅 (阪大)、佐野孝好 (阪大) A06 石崎章仁 (分子研)

A06

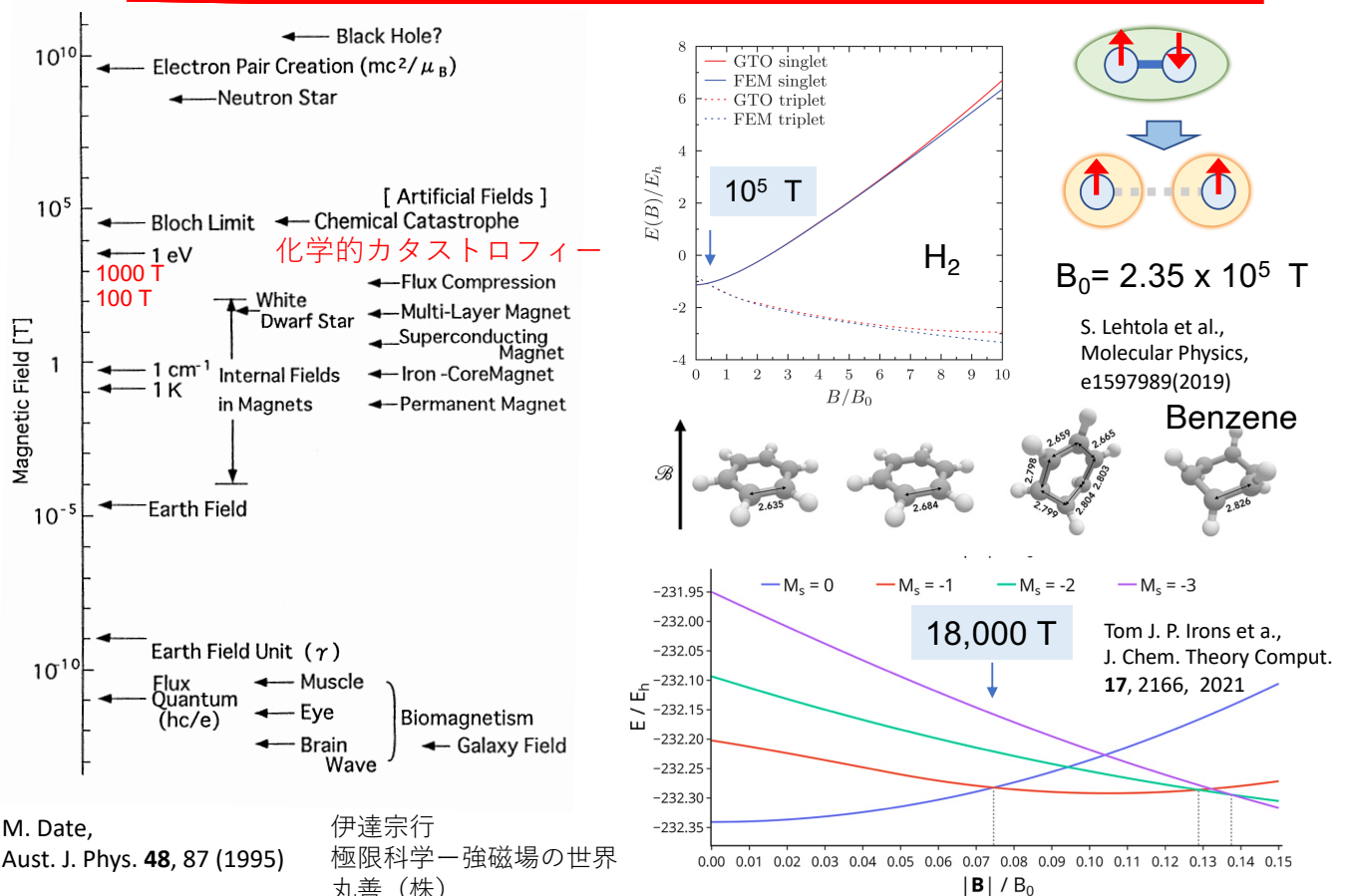
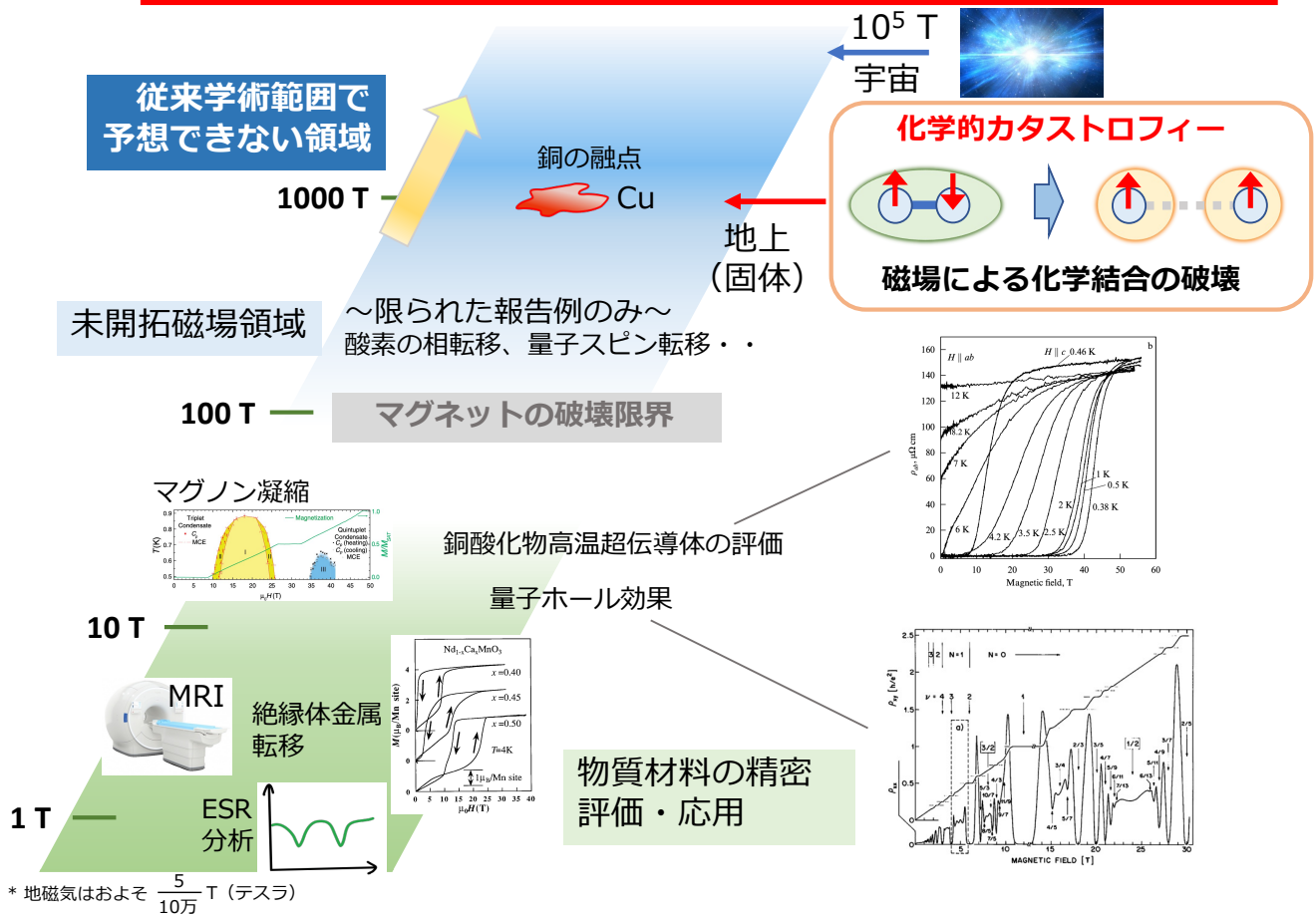
1000 T非摂動磁場効果の理論

研究代表者: 岡 隆史
東大物性研・教授
量子物質理論
研究総括・磁場中量子相制御

研究分担者: 那須 讓治
東北大院理・准教授・強相関系理論
磁場中強相関理論

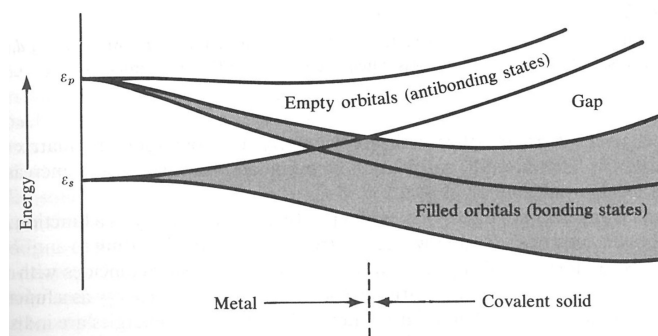
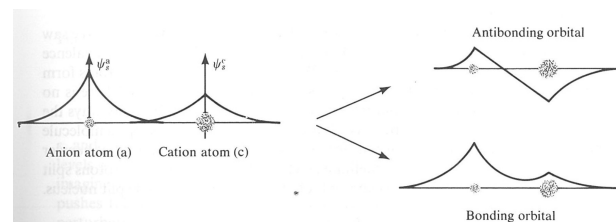
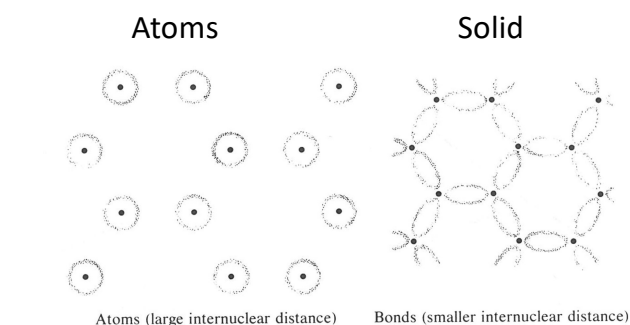
研究分担者: 富田 裕介
芝浦工大工・教授・統計物理学
磁場中フォノン理論

研究分担者: 笠松 秀輔
山形大理工・准教授・計算材料学
磁場中構造理論

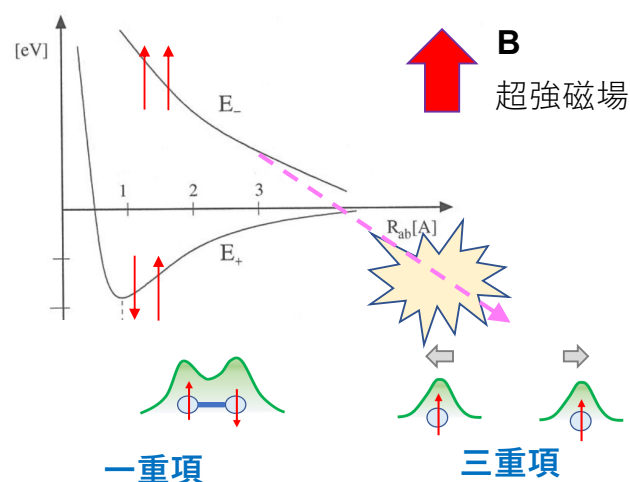


5

固体における非摂動磁場効果の探索



W. A. Harrison, Dover, 1989



6

固体における非摂動磁場効果の探索

Crystal structure :

A result of optimization in terms of the free energy

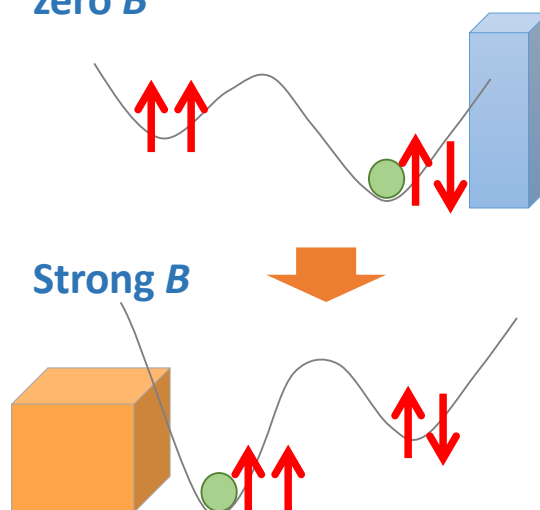
B ~ 1000 T

Change in the ground
state of matter is
promising

Phase Transitions

zero B

Strong B



New crystal structure !?

地球上の大抵の固体は室温（300 K）では十分安定



いくつかの金属の融点 Cu 1358 K, Al 933 K, Pb 601 K

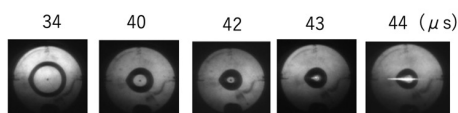
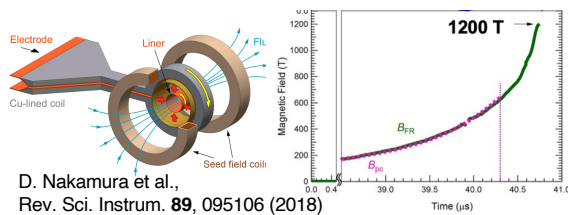
1000 T
(1350 K)

より多彩な研究対象へ



誘電体、磁性体、金属・半導体、分子・タンパク質、宇宙プラズマ・素粒子

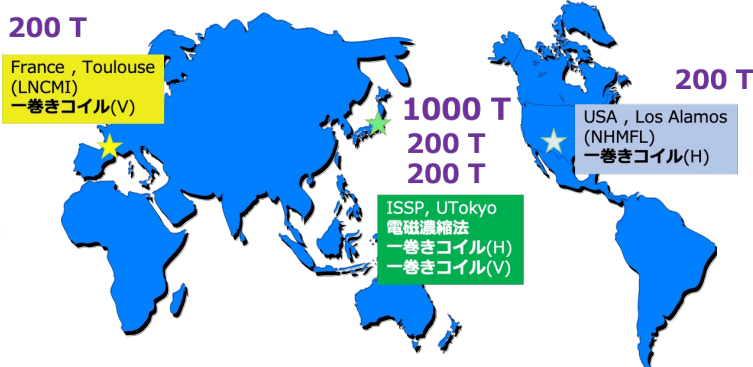
2018年 世界最高磁場1200 T
発生に成功



2 ~ 4 km/s



1000 T実験は東大物性研でのみ可能
100 Tを超える磁場は世界で3ヶ所



1000 T 超強磁場

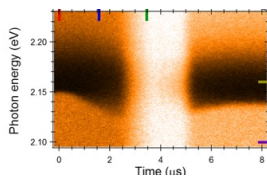
電子のエネルギーや軌道運動に
劇的効果（化学的カタストロフィー）

期待

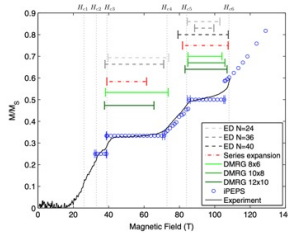
未踏領域での物質変革

マイクロ秒破壊型磁場 (> 100 T) での精密計測 $\rightarrow$ 1000 T計測へ

光スペクトル

Phys. Rev. Lett. **112** (2014)

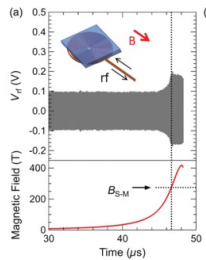
磁化

Phys. Rev. Lett. **111** (2013)

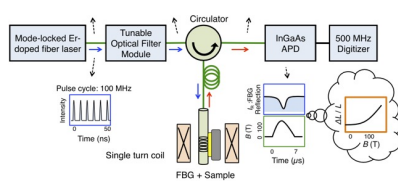
1000 T発生装置 磁場発生の様子



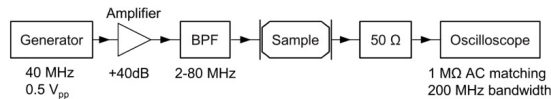
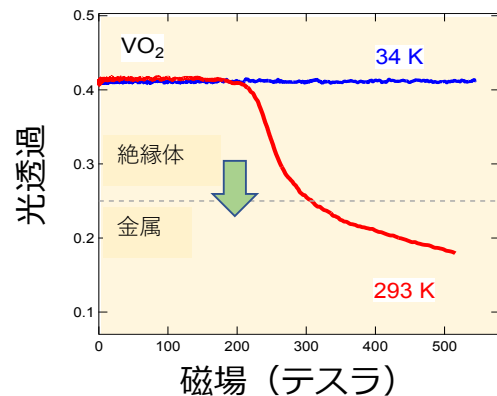
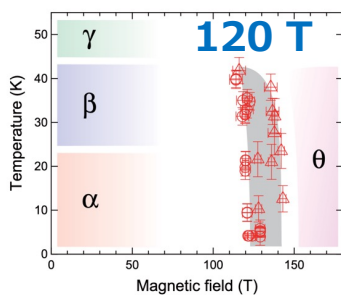
電気抵抗

Phys. Rev. Lett. **127** (2021)

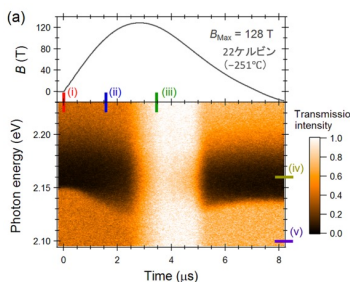
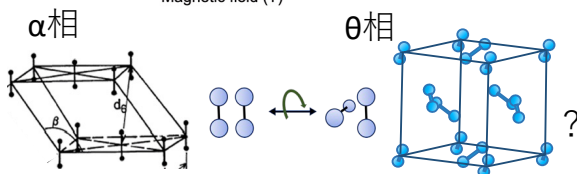
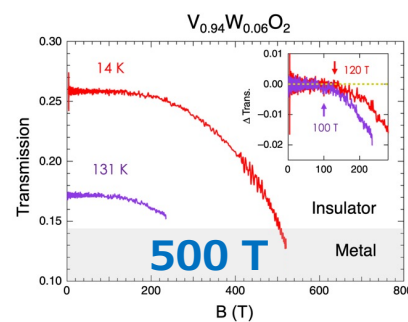
磁気歪み

Rev. Sci. Instrum. **88** (2017)

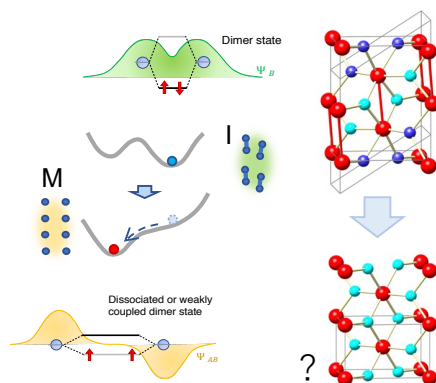
超音波

Rev. Sci. Instrum. **92** (2021)固体酸素 強磁場 新結晶 θ 相

2014年

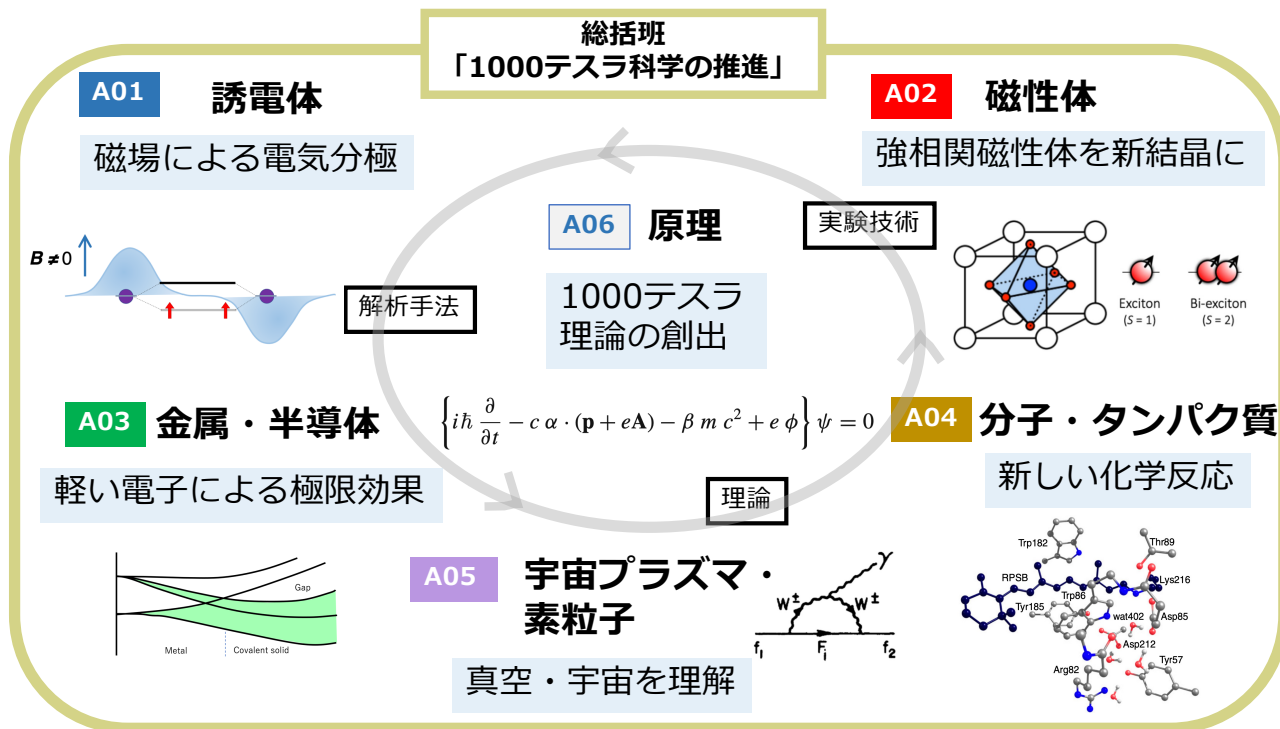
T. Nomura et al.,
Phys. Rev. Lett. **112**,
247201 (2014)VO₂ 固体内分子 磁場破壊 金属化

2020 年

Y. H. Matsuda et al.,
Nat. Commun. **11**,
3591 (2020)

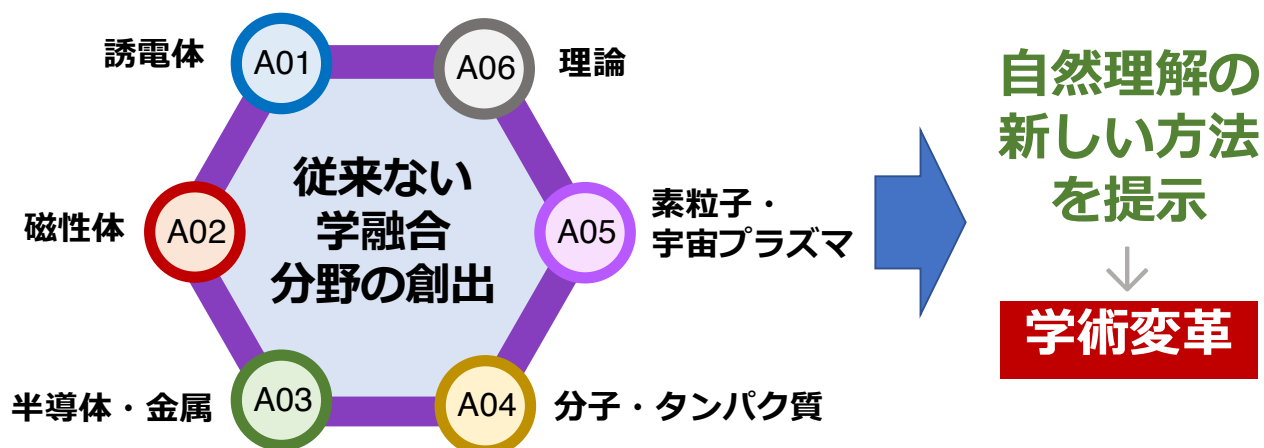
1000テスラ超強磁場による化学的カタストロフィー

：非摂動磁場による化学結合の科学



異分野の計画研究の集結による学融合

1000テスラ科学

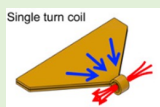


強い磁場効果は自然界を大きく変える
(化学結合の崩壊と再構築)

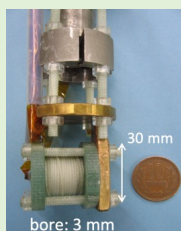


真空・宇宙の物理
(巨大磁場の存在)
とも一体であるべき

共用装置として整備

100 T 可搬型破壊型パルス磁場装置
(1台：総括班)

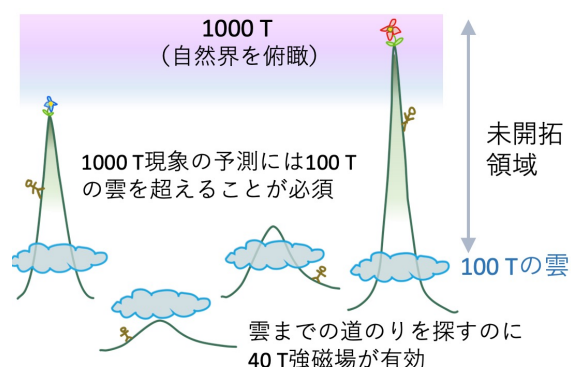
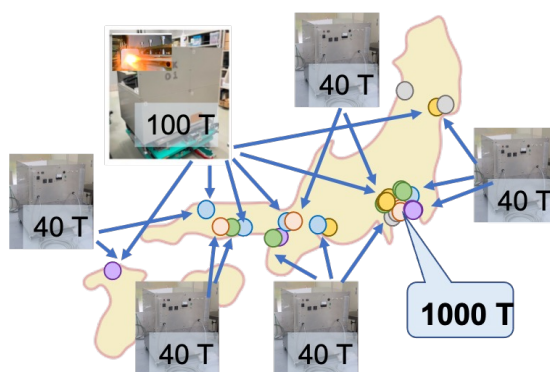
3000万円

40 T 可搬型パルス磁場装置
(補助的実験用 5台：総括班)

300万円 x 5

* 領域終了後は、強磁場コラボラトリーにて全国共用化も視野

モバイルパルス磁場で領域を融合



まとめ

1000テスラ超強磁場による化学的カタストロフィー
：非摂動磁場による化学結合の科学