

クォーク・ハドロン多体系の物質展開



● 研究代表者

橋本 治 物理学専攻・教授
Osamu Hashimoto

● メールアドレス…hashimoto@lambda.phys.tohoku.ac.jp.

● 専門分野…原子核物理、ストレンジネス核物理

● 主な研究課題…
・ラムダハイパー原子核分光を通じたハイパー原子核構造の研究
・電磁相互作用によるストレンジネス生成過程の研究

● 研究目的

ビッグバン直後の素粒子世界から、クォークハドロン多体系を経て、軽い原子核が誕生し、やがて様々な元素が星の中で生成し現在の物質世界が成立した。本融合研究では、ストレンジネス核物理、不安定核物理、素粒子宇宙物理の研究を連携融合させ、クォーク・ハドロン物質展開の統一像構築に迫ることを目指す。

● 研究内容

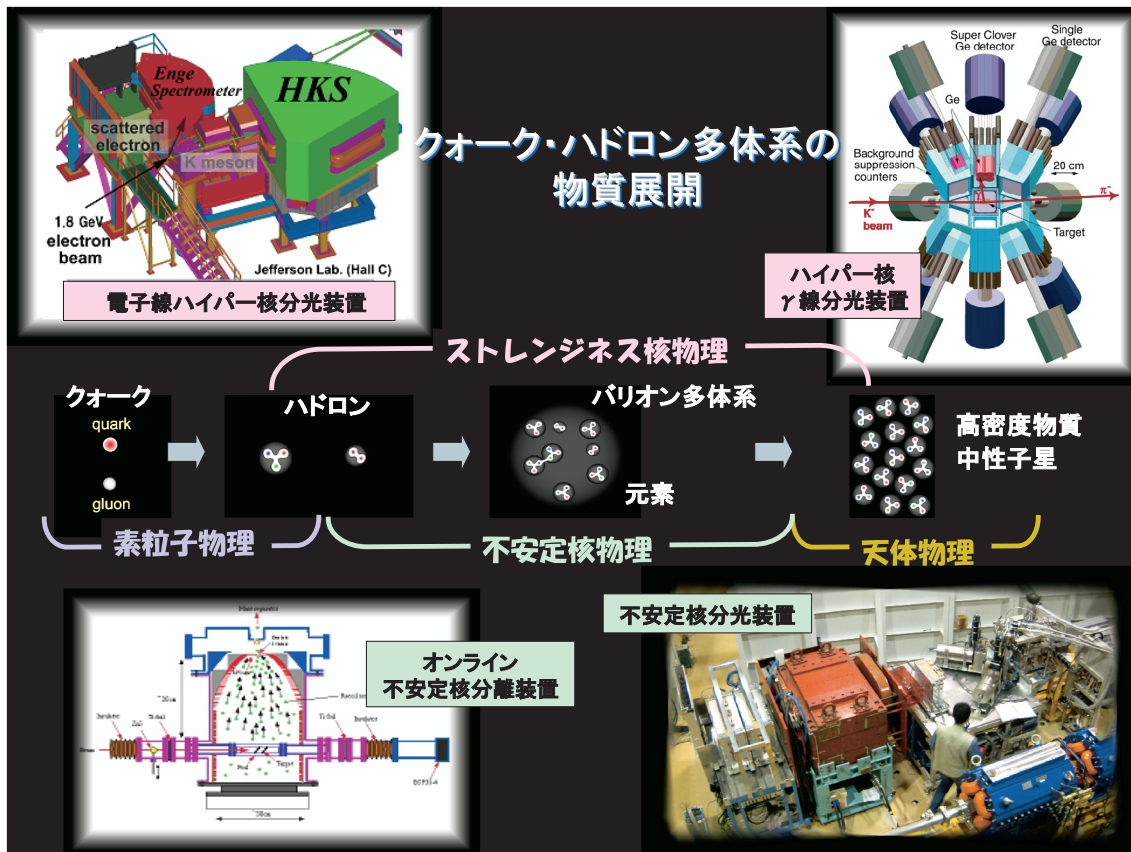
本グループでは、ストレンジネス量子数をプローブとしてクォーク・ハドロン多体系としてのハイパー原子核の構造、ハドロン物質中に埋め込まれたハドロンの性質、バリオン間相互作用の研究を推進してきた。特に、ラムダハイパー原子核の分光学的研究分野を確立し、世界の加速器施設を利用してその展開を図っている。高エネルギー物理学研究機構 (KEK) の12GeVPSにおいては、高性能K中間子スペクトロメータ (SKS) を駆使して、 (π^+, K^+) 反応によるLiからPbハイパー核に至る広い質量領域の高分解能ハイパー核分光研究に先鞭をつけた。また、Geガンマ線検出器群 (HYPERBALL) によって、KEKや米国ブルックヘブン研究所においてハイパー核ガンマ線の超高分解能検出を実現し、スピンに依存するハイペロン核子相互作用を明らかにしてきた。さらに、ジェファーソン研究所の連続電子線ビームを用いた $(e, e' K^+)$ 反応によるハイパー核分光実験にも初めて成功し、現在高分解能K中間子スペクトロメータ (HKS) を建設して次世代ハイパー核分光研究の準備を進めている。一方、理化学研究所や放射線医学研究所の高エネルギー重イオン加速器施設におい

ては、重い原子核の生成過程を解明する上で不可欠な陽子中性子数の均衡が崩れた中性子過剰核の構造や核子運動量分布についての研究を不安定原子核ビームによる逆反応実験によって進めている。また、本学サイクロトロン施設では不安定原子核分離技術も開発している。

ビッグバン、超新星爆発、恒星の進化は、クォーク・ハドロン物質展開の場であるとともに元素生成の舞台である。さらに中性子星は巨大ハドロン物質である。特にその内部はクォーク物質、ハイペロン物質となっている可能性も理論的に考えられている。ハイペロン相互作用やラムダシグマ混合過程に関するストレンジネス核物理の研究は中性子星内部構造の研究とも密接な関連を持っている。また、クォーク・ハドロン物質の構造を研究するためには非摂動量子色力学による理論解析が不可欠である。素粒子原子核理論におけるハドロン構造、天体物理における恒星進化、超新星爆発、中性子星の構造についての研究とストレンジネス核物理や不安定核物理の連携がこれまで以上に重要となっている。これらの研究はいずれも、強い相互作用によって結合されるクォーク・ハドロン多体系としての原子核極限状態の解明を目指している。

本融合研究では、これまで個別分野でそれぞれ対応する自然階層を対象に進められてきたクォーク・ハドロン多体系、原子核に関わる研究の連携を図る。特に、宇宙初期にはじまり現在に至る物質生成をクォーク・ハドロン不安定核元素生成にいたる発展過程としてとらえて、素粒子論的、原子核物理的かつ宇宙論的観点から総合的に研究し、物質展開の統一的描像に迫る。

研究分担者	田村 裕和	(物理学専攻・教授)	中村 哲	(物理学専攻・助教授)
	小林 俊雄	(物理学専攻・教授)	篠塚 勉	(物理学専攻・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・助教授)
	日笠 健一	(物理学専攻・教授)	棚橋 誠治	(物理学専攻・助教授)
	隅野 行成	(物理学専攻・助手)	斉尾 英行	(天文学専攻・教授)
	藤井 優	(物理学専攻・助手)		
研究協力者	鶴養 美冬	(物理学専攻・日本学術振興会研究員)		
	住浜 水季	(物理学専攻・研究員)	小池 武志	(物理学専攻・COE研究員)



本研究で開発される4基盤実験装置の電子線ハイパー核分光装置、ハイパー核ガンマ線分光装置、オンライン不安定核分離装置、不安定核分光装置と、クォーク・ハドロン多体系の物質展開。

● 代表的な発表論文

- 1) High resolution spectroscopy of the ${}_{\Lambda}^{12}\text{B}$ hypernucleus produced by the $(e,e'K^+)$ reaction, T. Miyoshi, O. Hashimoto et al., Phys. Rev. Lett. **90**, 232502 (2003).
- 2) Proton energy spectra in the nonmesonic weak decay of ${}_{\Lambda}^{12}\text{C}$ and ${}_{\Lambda}^{28}\text{Si}$ hypernuclei O. Hashimoto, K. Maeda et al., Phys. Rev. Lett. **88**, 042503 (2002).
- 3) Measurement of the $B(E2)$ of ${}_{\Lambda}^7\text{Li}$ and shrinkage of the hypernuclear size, K. Tanida, H. Tamura, O. Hashimoto et al., Phys. Rev. Lett. **86**, 1982 (2001).
- 4) Observation of a spin-flip M1 transition in ${}_{\Lambda}^7\text{Li}$, H. Tamura, O. Hashimoto et al., Phys. Rev. Lett. **84**, 5963 (2000).
- 5) Core excited states of ${}_{\Lambda}^{12}\text{C}$ hypernuclei formed in the (π^+, K^+) reaction T. Hasegawa, O. Hashimoto et al., Phys. Rev. Lett. **74**, 224 (1995).