

## 1.4 技術開発の課題と解決手段

### 1.4.1 技術開発の課題と解決手段の概要

「セラミックスの接合」に関する特許公報の読み込みにより、主な技術開発の課題およびその解決手段は、表1.4.1-1および表1.4.1-2のように整理できる。技術開発課題に関しては、接合強度の向上や欠陥の防止など接合部の品質および信頼性の向上に関する課題、形成された接合体へ機械的機能や熱的機能を付与するなど接合体へ機能性を付与するという課題および耐久性の向上などその他の課題に大別することができる。

表 1.4.1-1 セラミックスの接合技術の技術開発課題

課題の大分類	課題の小分類
接合部の品質および信頼性の向上	接合強度の向上および欠陥の防止
	応力の緩和
	精度の維持向上
接合体への機能性の付与	機械的機能の付与
	熱的機能の付与
	化学的機能の付与
	電気的・磁氣的機能の付与
その他の課題	耐久性の向上
	大型化、複雑化
	接合条件の拡張
	適用範囲の拡大
	経済性の向上、工程の簡略化

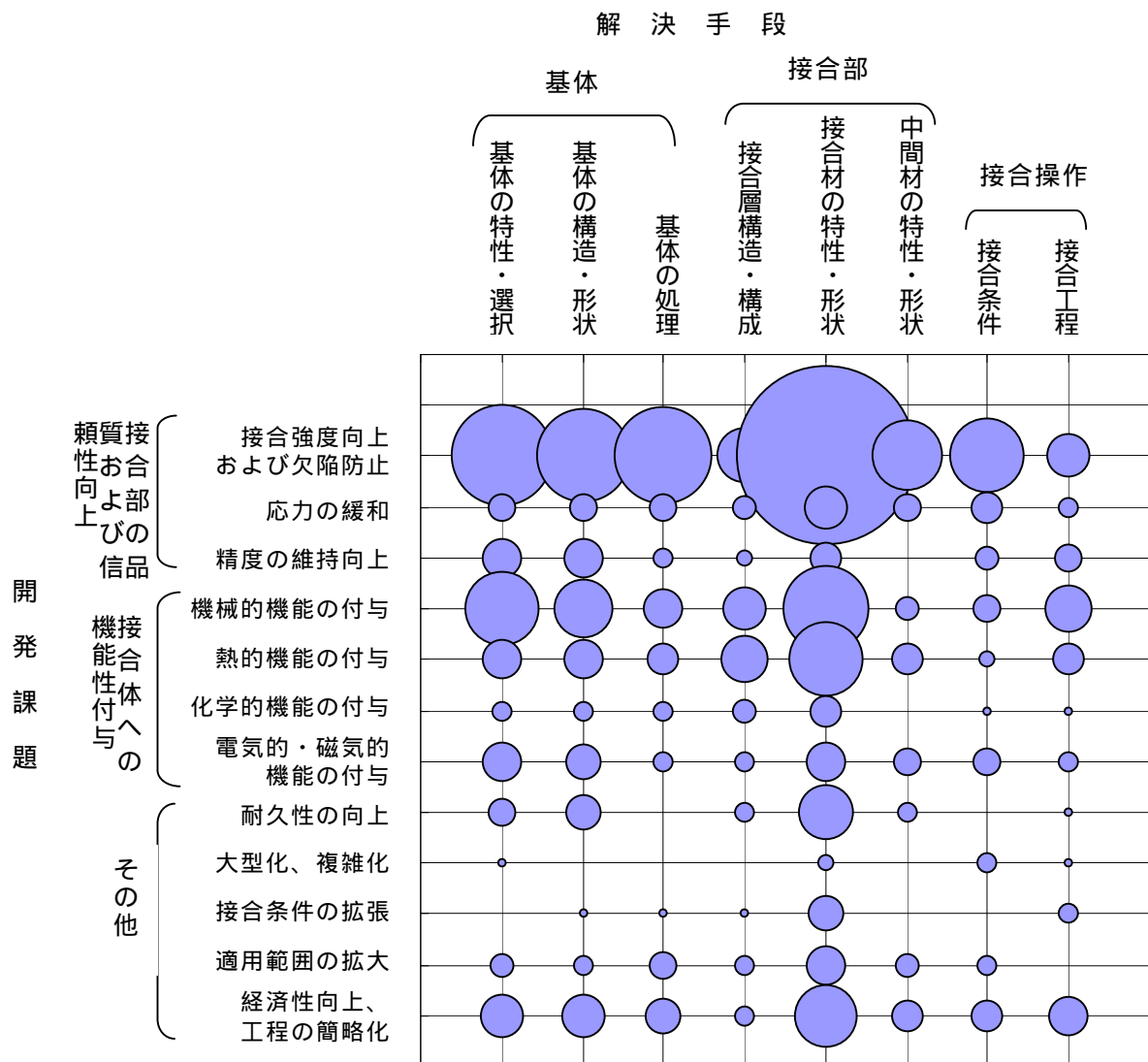
解決手段に関しては、基体の特性(成分)・選択など接合基体に関するもの、接合材の特性・形状など接合部に関するものおよび接合条件など接合操作に関するものに大別できる。

表 1.4.1-2 セラミックスの接合技術の解決手段

解決手段の大分類	解決手段の小分類
基体に関する解決手段	基体の特性・選択によるもの
	基体の構造・形状によるもの
	基体の処理によるもの
接合部に関する手段	接合層の構造・構成によるもの
	接合材の特性・形状によるもの
	中間材の特性・形状によるもの
接合操作に関する手段	接合条件によるもの
	接合工程によるもの

セラミックスの接合における主な技術開発課題と解決手段に関連した出願の分布をまとめると図1.4.1-1のようになる。

図 1.4.1-1 主な技術開発課題と解決手段



取り上げられた課題に関しては、圧倒的に「接合強度の向上および欠陥の防止」が多く、次いで「機械的機能の付与」が多く、さらに「経済性の向上および工程の簡略化」が挙げられる。すなわち、セラミックスの接合の課題は、機械的特性に優れかつ強固に接合されたものを経済的に作るということに尽きるともいえる。

一方、解決手段としては、ろう材などの接合材の特性、形状などに関する工夫が最も多い手段となっている。また、「接合強度の向上および欠陥の防止」および「機械的機能の付与」に対しては、基体の特性や構造・形状に工夫を凝らして解決手段としたものが多い。

「機械的機能の付与」という課題に対しても「接合強度の向上」および「欠陥の防止」は不可欠なものであり、副次的な課題として多くの場合に取り上げられている。したがって、「接合強度の向上」および「欠陥の防止」は、セラミックスの接合においては、たとえ主たる目的が他の課題ではあっても重要な課題であるといえる。

「接合強度の向上」および「欠陥の防止」に関して公報読み込みにより得られた知見をまとめると以下ようになる。

### (1) 接合強度の向上

接合部の強度を高めるためには、基体表面の濡れ性の向上、基材表面の清浄化、阻害化合物あるいは脆弱化合物を形成する元素の拡散防止などが重要である。これをまとめたものが、表1.4.1-3である。

表 1.4.1-3 接合層強度の向上のための具体的な課題と解決手段

具体的課題	具体的解決手段	
接合物質間の濡れ性向上	・ 基材表面の清浄化、平滑化	基体の処理
	・ 活性物質の添加など接合材の選択、組合せ	接合材の特性・形状
接合層生成物の強度の確保	・ 拡散防止材料の挿入	中間材の特性・形状
	・ 反応生成物の制御および脆弱層の形成防止	層の構造・構成

### (2) 欠陥の防止

セラミックスの接合における割れや剥離などの欠陥を防止するためには、熱応力および残留応力を低減することが重要である。そのための方法として接合部の形状・構造の改善による応力の緩和、接合すべき基体の熱膨張係数の調整などによる熱膨張の緩和、中間材・緩衝材の挿入など接合材の改善による応力の緩和、低温接合、接合後の機械加工により応力を緩和する方法などがある。これをまとめると表1.4.1-4のようになる。

表1.4.1-4 応力の緩和・発生の防止のための具体的な課題と解決手段

具体的課題	具体的な手段	
接合部の形状・構造の改善	・ 素子の小型化による発生応力の低減	基体の特性・形状
	・ 薄板化による変形量の低減	
	・ 接合基材の切り欠き、溝などの形成	
熱膨張の緩和	・ 接合後機械加工による応力の緩和	基体の処理
	・ 高融点金属の適用	接合材の特性・形状
	・ 低膨張率材料の選択	中間材の特性・形状
	・ 段階的または傾斜型の熱膨張材/層構成	
	・ 軟金属の適用	
接合材の改善	・ ろう付け層ボイドの除去	層の構造・構成
	・ 低温で接合可能なろう材の開発	接合材の特性・形状
接合条件の改善	・ 接合温度の低温化	接合条件
	・ 内部応力の発生を低減する昇降温プロセスの開発	接合工程