

研究タイトル：

高精度な解析手法の開発と構造・材料設計， 地震防災・減災及び構造物の維持管理への応用



氏名：	名木野 晴暢／NAGINO Harunobu	E-mail：	nagino@oita-ct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	土木学会，日本地震工学会，日本機械学会，日本計算工学会，九州橋梁・構造工学研究会		
キーワード：	変分法，重み付き残差法，動弾性論，直交多項式基底，Bernstein 基底，Non-uniform rational-B-spline 基底，変断面部材，傾斜機能材料，地盤 - 構造関連問題		
技術相談 提供可能技術：	・動弾性論に基づく構造物の理論解析と数値解析の知識と技術 ・動弾性論に基づく不均質材料の理論解析と数値解析の知識と技術		

研究内容：

(1) 工学的諸問題を解決し得る高精度離散化手法の開発：数値実験

本研究では、自然災害に強い安心で安全な社会基盤を整備するために、構造・材料設計、地震防災・減災や社会基盤の維持管理への応用を念頭に置いて、次の条件を満足する離散化手法の開発に挑戦しています。

(a) 高い計算精度を有すること(空間方向に高い分解能と近似精度を有する)，(b) 低計算コストであること(特別な計算機がなくても計算できる)，(c) 物体の形状に制限を受けないこと(任意の形をできるだけ正確に扱える)，(d) 物体の材料についても制限を受けないこと(任意の材料の分布を正確に扱える)。

☞ 領域分割は必要最低限とした“高性能なアイソジオメトリック大型要素¹⁾”の開発を目指しています。

参考文献：1) 林正，ハイアラキー有限要素法 —大型要素による高精度解析法—，技法堂出版，2006。

(2) 解析的な取り扱いが可能な高精度近似解の基底関数の調査：数値実験

有限要素法を含めた各種の離散化手法により得られる解は、正解に対する“近似解”です。よって、その妥当性や計算精度の限界などを検証する必要がある、いわゆる“正解”が必要になります。しかし、この“正解”を求めることは、極めて難しいという現実があります。そこで、“正解ではないが信頼性の高い近似解”を見つけておけば、有限要素の性能評価、各種離散化手法の精度検証に限定されず、構造・材料設計などのツールとしての活用が期待されます。また、有限要素解は離散的(ある点の物理量)であるので、現象に対する理論的な考察に困ることがあります。そこで、既知の基底の線形結合により形式的に表現される高精度な近似解を得ることを目的として、基底と近似解(弱解)の計算精度とその適用範囲に関する調査研究も行っています。

(3) 変断面傾斜機能材料の建設分野への応用：数値実験と実証実験

構造物の合理的設計の観点から断面形状を変化させることがあります。他方で、傾斜機能材料と呼ばれる位置によって材料の性能が異なる不均質な複合材料が我が国で開発されています。これらの“形と材料の効果”を組み合わせた“変断面傾斜機能材料”のポテンシャルについての議論が国外で活発になされています。

傾斜機能材料は、実は“自然界”によく見られる構造です¹⁾。例えば、竹はスケールレベルを変えて様々な機能を有する階層構造の傾斜機能材料であると言われていています。竹は、根元から先端に向かって外径が小さくなる変断面構造(“形の効果”)となっています。他方、竹の材料の性質(“材料の効果”)は柔らかい母材に繊維が埋め込まれた繊維強化型の複合材料と見なせます。特筆すべきは、この繊維は竹の外径付近に多く存在し、内径の近くでは少ない“不均質な分布”をなしていることです。構造・材料力学の観点から竹の有する“形と材料の効果”の合理性は明らかにされており^{1), 2)}、この合理性を活かした構造物や材料の設計・開発が期待されています。

本研究では、構造部材として高い性能を発揮する変断面傾斜機能材料の最適な形状と材料分布を調査しています。得られた知見に基づき変断面傾斜機能材料の建設分野への応用の可能性について議論をしています。

参考文献：1) 第14回「大学と科学」公開シンポジウム組織委員会編，21世紀の新材料—産業界を活性化させる傾斜機能材料，クバプロ，2000。2) Sato, M., Inoue, A. and Shima, H., Bamboo-inspired optimal design for functionally graded hollow cylinders, PLoS ONE 12(5), 2017: e0175029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175029>.

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)