氏名：山本昌宏 (YAMAMOTO, Masahiro)

分野名：10, 14

キーワード：逆問題、産業数学

現在の研究概要: 私の研究領域は数理科学における逆問題である. 特に, 過剰決定なデータから発展方程式の係数や非斉次項のようなパラメータ、さらに方程式が成り立っている領域形状を決定するという逆問題の研究に従事している. これらの問題はコンピュータ断層撮影法などのように実用上の見地から重要な問題であり, その数学解析が大いに要求されているにも関わらず, 数学的研究は十分ではない. 私の主な興味は偏微分方程式に対する逆問題において適切性の構造を求め, それらの結果を数値解析と関連付けることである.

非定常の偏微分方程式に関して、部分境界または部分領域における解の有限回の観測によって空間変数に依存する係数を決定するという逆問題に対して、一意性・条件付き安定性を証明する手法に Carleman 評価と呼ばれる重み付き不等式がある. 境界での有限回の観測によって空間変数に依存する係数を決定する逆問題の数学解析の手法としては、Carleman 評価に基づくものが唯一である. 長らくこのような研究に従事し、多くの成果を発表してきたが、2009 年は、逆問題の国際学術誌として著名な "Inverse Problems" からの依頼でその 25 周年記念号に放物型方程式に関する Carleman 評価とその逆問題の応用に関するサーベイ論文を出版した (Inverse Problems, 25 (2009) 123013(75pp)).

楕円型方程式などの時間を含まない方程式の係数決定逆問題の代表的な定式化として Dirichlet-to-Neumann map によるものがある. 共著論文 J. Amer. Math. Soc. **23** (2010) pp. 655-691 に引き続き 2 次元の場合に Dirichlet-to-Neumann map を勝手な部分境界に制限した場合の一意性の研究を続けており、さまざまな一意性の結果を示した. 最近は 3 次元の場合や弾性体の方程式や流体の方程式に対しても研究を遂行している.

汚染物質の拡散と関連して非整数階の 1 次元拡散方程式の微分の（非整数の）階数と係数を境界でのデータで決定する逆問題の一意性をはじめて確立した. その他、相転移に関する逆問題、双曲型方程式に関する Dirichlet-to-Neumann map による逆問題の安定性, 障害物が多面体の場合に電磁波の遠方での散乱場からその形状を決定するという逆散乱問題の一意性, 熱伝導現象の初期値決定の逆問題の数学解析と数値手法などの成果を挙げている. また、ポリマーの結晶成長や熱流動現象における境界条件の再構成などの数理物理に現れる逆問題に関しても成果を出版した.

産業界など現実の課題解決のために数学を応用することに従事している. 数学はそれ自体で完結した理論体系であるだけではなく、抽象性と一般性ゆえに現実の問題の解決に大きな力を発揮できる. またそのような応用によって数学自体の発展につながることも期待できる. 産学連携の活動を 2012 年度には一層拡大した. 産業界からの課題解決のためのスタディグループ・ワークショップを 8 月、2013 年 1 月に本研究科のＧＣＯＥにより組織した（8 月が九州大学マスフォアインダストリー研究所と共同開催）. 延べ 10 社の企業から問題提示があり、院生を中心とした参加者により解決が図られた. また企業との個別の共同研究も行っている.

学生への要望: 逆問題は最近、数学の分野でも関心を引きはじめるようになってきた分野です. 初期値問題を解くというニュートン以来のいわゆる順問題に逆行する形で時間を遡って過去の状態を決定するとか、結果から原因を推定するという形で問題提起がなされます. その意味で自然科学など広い分野で逆問題的発想が満ち溢れています. さらに工業技術などとの関連でも医学診断、非破壊検査、探査技術の根幹をなしています. 実世界で強い関心を集めている逆問題ですが、数学からの寄与は十分ではありません、そのため数学からの理論的な成果があれば、数値計算や実用化など多くの応用面で効率のよい実際上の成果が挙がることが期待されています. その意味で、逆問題は理論面からも実用面からも多様な研究課題がある間口の広い研究対象であり、若い数学者・研究者の参入が待たれています. そのために必要な数学の基礎は（１）大学初年次までの数学の習熟：微積分、線形代数、さらにフーリエ解析など（２）古典的な物理学や工学などへの興味の持続.

参考文献：山本昌宏・Kim Sungwhan 共著: 「熱方程式で学ぶ逆問題」～ Fourier 解析, 関数解析から数値解析まで～サイエンス社、2008 年.