

研究タイトル：

光による物質中の超高速現象の観測と解明

氏名：	松原 英一 / Eiichi Matsubara	E-mail：	e_matsu@asahikawa-nct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	応用物理学会 日本物理学会		



キーワード： 光物性 超高速分光 テラヘルツ 赤外分光

技術相談

提供可能技術：

- ・各種レーザー機器の取り扱い
- ・超短パルスレーザーを使った超光速分光
- ・光学測定(可視、赤外、テラヘルツ)
- ・結晶合成

研究内容：

[赤外分光]

電磁波の周波数帯のうち、赤外領域は、分子の回転・振動運動、結晶の格子振動(フォノン)など、物質を特徴づける種々の素励起による吸収がみられる周波数帯を含む。そのため、物質の同定や、光などの外部刺激に対する物質の過渡的応答を調べるうえで重要である。

[超光速分光]

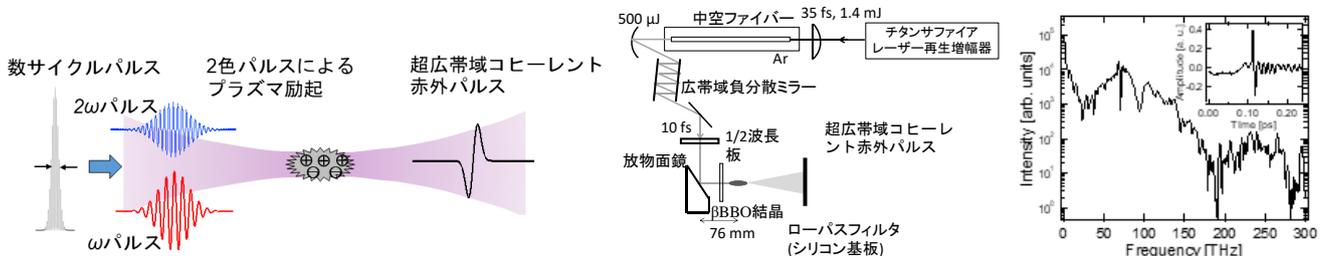
非常に短い時間だけ持続する光パルスを発生させるレーザーの開発が進み、時間幅が 10^{-12} 秒以下の超短光パルスが簡便に得られるようになった。このような光パルスは、高い尖頭値を生かして非線形な現象を起こすことができるほか、非常に速い時間内に起こる現象をとらえることができる。光速は 3.0×10^8 m/s であり、光が 10^{-12} 秒で進む距離は 0.3 mm であるので、同一光源から発生した光パルスを2つに分け、0.3 mm の光路長差をつけて再び重ね合わせると、 10^{-12} 秒差のついた2つの光パルスができる。1つめの光パルスで物質に変化を起こし、2つ目の光パルスでその変化をとらえることによって、 10^{-12} 秒という短い時間内に起こる現象を観測することができる。

[非線形波長変換による超光速分光の広帯域化]

超短光パルスを発生させる技術(レーザー)は、可視～近赤外領域で最初に確立された。その後、結晶中での非線形過程などによって紫外域および近赤外、中赤外域への拡張が達成された。最近、ほぼ遠赤外域に重なるテラヘルツ帯へと波長変換する技術が急激に発達し、多くの研究が展開されている。しかし、テラヘルツ域から中赤外、近赤外を同時にカバーする実用的なパルス光源は実現されていなかった。

[超広帯域高速赤外分光法の開発]

時間幅が非常に短い光パルスを光源とし、空気やダイヤモンドといった赤外域で透明な媒質中で起こるプラズマ・非線形現象を利用して、全赤外域をカバーする超光速分光系の開発を研究している。既に、空気を媒質に利用した研究で、1-200 THz という超広帯域での超光速分光の実現に成功し、Si や InSb といった半導体における電子応答の観測に応用できることを実証している。最近では、全赤外域で透明な等方的媒質であるダイヤモンド結晶を用いて、より低コストで弱い強度の光パルスでも同じような超広帯域パルスの発生・検出に取り組んでいる。



提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)

パルスディレイジェネレータ・C10149(浜松ホトニクス)	DC サーボアクチュエータ Z812B (Thorlabs)
仮想計測器開発システム LabVIEW 2019 (National Instruments)	
データ取得システム(DAQ) USB-6002 (National Instruments)	
CCD 分光システム (Pasco PS-2600)	
超音波モーションセンサ(Pasco PS-3219)	

Observation and analysis of ultrafast phenomena in materials using light



Name	Eiichi Matsubara	E-mail	e_matsu@asahikawa-nct.ac.jp
Status	Associate professor (Dr. Eng.)		
Affiliations	The physics society of Japan The Japan society of applied physics		
Keywords	Solid state spectroscopy, Ultrafast spectroscopy, Terahertz and infrared spectroscopy		
Technical Support Skills	<ul style="list-style-type: none"> • Lasers • Ultrafast spectroscopy solid state spectroscopy • Crystal growth 		

Research Contents

[Infrared spectroscopy]

In the infrared region, materials show various resonance absorptions due to molecular rotation and vibration, lattice vibration (phonon) and magnon. Infrared spectroscopy is important for material identification and for exploring unknown optical responses in materials.

[Ultrafast spectroscopy]

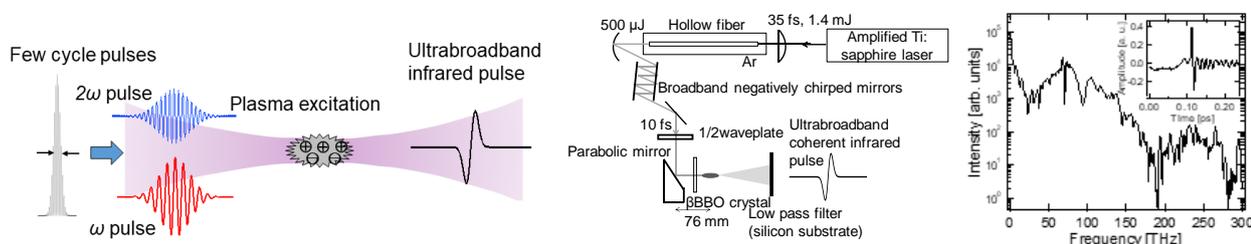
Recent development of laser technique has enabled the generation of ultrashort optical pulses with a duration of less than 10^{-12} s. Such ultrashort pulses are useful for realizing nonlinear phenomena and for observing ultrafast phenomena. By shining a strong pulse to excite a material and introducing weak second pulse for probing the condition of the material, we can observe ultrafast response of the materials with fine time resolution.

[Broadening of the frequency region of ultrafast spectroscopy by nonlinear wavelength conversions]

The technique for producing ultrafast optical pulses was first established in the near infrared to the visible region. Nonlinear wavelength conversion using crystals has enabled the generation of ultraviolet and near to mid-infrared pulses. In the last two decades, the generation of terahertz pulses has been rapidly developed. Electromagnetic wave in the terahertz region, which partly overlaps with the far infrared region, can transmit through paper and cloth, similarly to X-rays so that it is attracting a lot of attention, however, the technique for generating ultrabroadband pulses covering the wide frequency region including terahertz, mid-infrared, and near-infrared has not been realized.

[Development of ultrabroadband infrared spectroscopy system]

We have been studying the development of ultrabroadband coherent infrared spectroscopy system covering the whole infrared region using transparent materials such as air and diamond as nonlinear media and intense ultrashort optical pulses as a light source. So far, we have realized the generation and coherent detection of infrared pulses with the frequency range of 1–200 THz using air and applied it to the time-resolved spectroscopy of semiconductors such as silicon and indium antimonide. Now we are improving the sensitivity of the detection using diamond crystals.



Available Facilities and Equipment

Pulse delay generator • C10149 (Hamamatsu photonics)	DC servo actuator Z812B (Thorlabs)
Virtual instruments development system LabVIEW 2019 (National Instruments)	
Data acquisition system (DAQ) USB-6002 (National Instruments)	
CCD spectrometer (Pasco PS-2600)	
Ultrasonic motion sensor (Pasco PS-3219)	