

SICORP France ICT final summary

Project title : Fetus and pregnant woman Exposure to Telecom new wireless Usages and Systems (FETUS)

Coordinator of the French part of the project : Joe Wiart (Orange)

Coordinator of the Japanese part of the project : Soichi Watanabe (National Institute of Information and Communications Technology (NICT))

Project period : 31 May 2010 - 31 March 2014

CONSOLIDATED PUBLIC SUMMARY IN ENGLISH

General Objectives:

Evaluation of pregnant woman and fetus exposure to electromagnetic fields induced by new wireless technologies and new usages

Wireless communications are at the heart of many human activities. Worldwide more than 3.5 billion people use mobile phones and, in France and Japan, mobile users are more than 50 million and 135 million, respectively. The growing use of wireless systems has raised questions concerning interactions of electromagnetic waves with people. The growth of new wireless systems such as WiFi, WiMAX, RFID, NFC and communications between machines (M2) has reinforced this perception of risk.

From a regulatory point of view, compliance with the safety guidelines of telecommunications equipments must be evaluated. However, there is worldwide a public concern about possible health problems linked to the electromagnetic field exposure, as reported by newspapers regularly. Especially, important issues are the exposure of pregnant women and fetuses to the new RF sources. Many recommendations were made on this topic, one example being the use of hands-free kit, often recommended as a voluntary precautionary measure. However, there is a lack of studies and models to analyze the fetus exposure when the device is located on a belt or in a pocket. All these questions are even more relevant with new usages of wireless systems.

Method and models:

This project was divided into three main tasks:

The first concerns the creation and deformation of numerical pregnant woman models. New

3D whole body numerical models of fetuses were developed as well as a semi-homogeneous synthetic model of pregnant woman in which these fetus models were inserted. A dedicated software tool to generate fetuses at any age in this range and in any position and a tool allowing the insertion of fetus models inside a semi-homogeneous synthetic woman model were also developed.

For deformations, the method is based on the use of cages for intuitive deformation of volume data independently of their representation (surface meshes, volumetric, voxel grid ...). The proposed method allows interactive deformation by using a surface model data representing the volume data.

The second task focuses on exposure assessment. Different source models in the GSM, UMTS and WiFi frequency bands, which imitate real devices, have been developed. Finite-difference time-domain method was used for numerical calculation of specific absorption rate (SAR) and temperature, as index of the exposure.

The third task concerns the statistical processing in order to estimate the uncertainty associated with previous exposure assessments. Methods and tools have been developed to propagate the uncertainty of the input data (morphology, posture, fetus position, source position, pregnancy stage, and so on) on the output data (SAR).

Main results:

Six new fetus models from 20 to 33 WA were developed from MRI. Several tools for the automatic generation of fetuses at a given stage of pregnancy in different positions, from 14 to 32 WA, the insertion of fetus models in a semi-homogeneous synthetic model of pregnant woman, and the generation and visualization of tetrahedral meshes, were developed. Finally new pregnant woman models at various different stages of pregnancy for various positioning of the fetus were developed.

14 source models of GSM, UMTS and WiFi devices were also developed.

Using these models, numerical calculations of the fetus exposures for the new usages of the wireless devices and a statistical analysis of the influence of the source model, the pregnancy stage and position of the source were conducted.

Added Value from International collaborative work:

A collaborative effort in acquiring MRI was established between French and Japanese hospitals. Japanese works also have benefited from the French expertise in the domain of

medical image segmentation. Joint efforts have resulted in the development of new pregnant woman models in which Japanese fetus models developed in the framework of the project were inserted.

Concerning the modeling of RF sources, a student of Japanese university was able to come to work for three months at French laboratory to discuss the technical modeling and validation of numerical models of RF sources.

Scientific production and patents:

Scientific dissemination

Participation to scientific symposiums for dissemination of this project: General Assembly of the International Union on Radio Science (URSI), Journées Nationales Microondes (JNM),

Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS), European Conference on Antennas and Propagations (EUCAP),
and so on.

11 scientific paper published in peer-reviewed journals:
Progress in Biophysics and Molecular Biology (PBMB), Physics in Medicine and Biology (PMB),
Computer and Graphic journal,
IEEE Transactions on Biomedical Engineering, and so on.

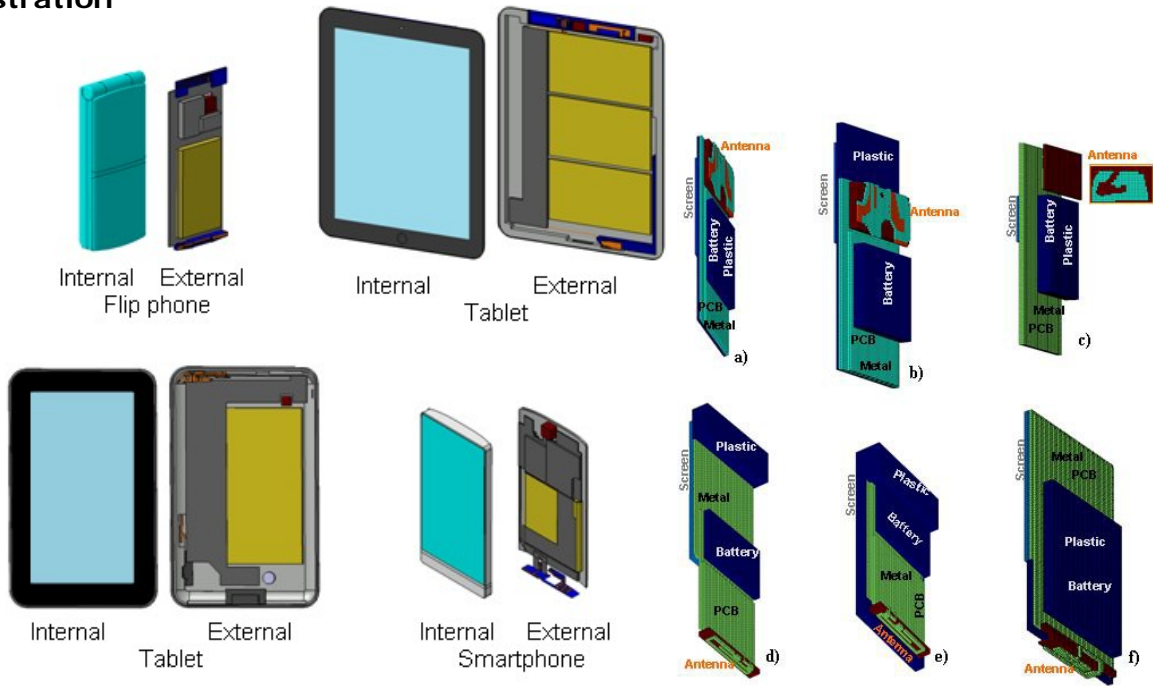
Many presentations in international scientific conferences:

General Assembly of the International Union on Radio Science (URSI), Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS),
European Conference on Antennas and Propagations (EuCAP),
International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI), and so on.

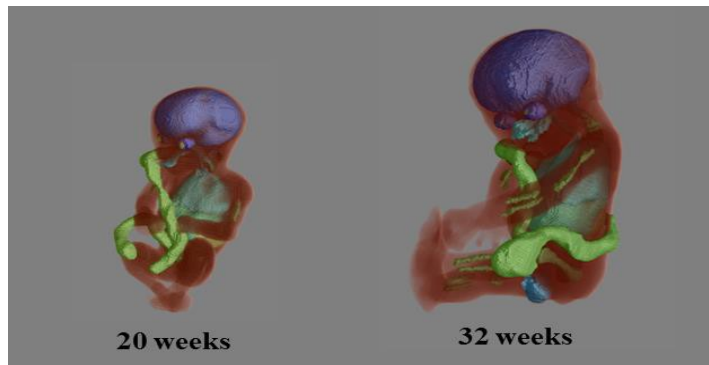
2 PhD theses:

Marjorie Jala (Orange – Institut Telecom Telecom ParisTech) Noura Faraj (Institut Telecom Telecom ParisTech)

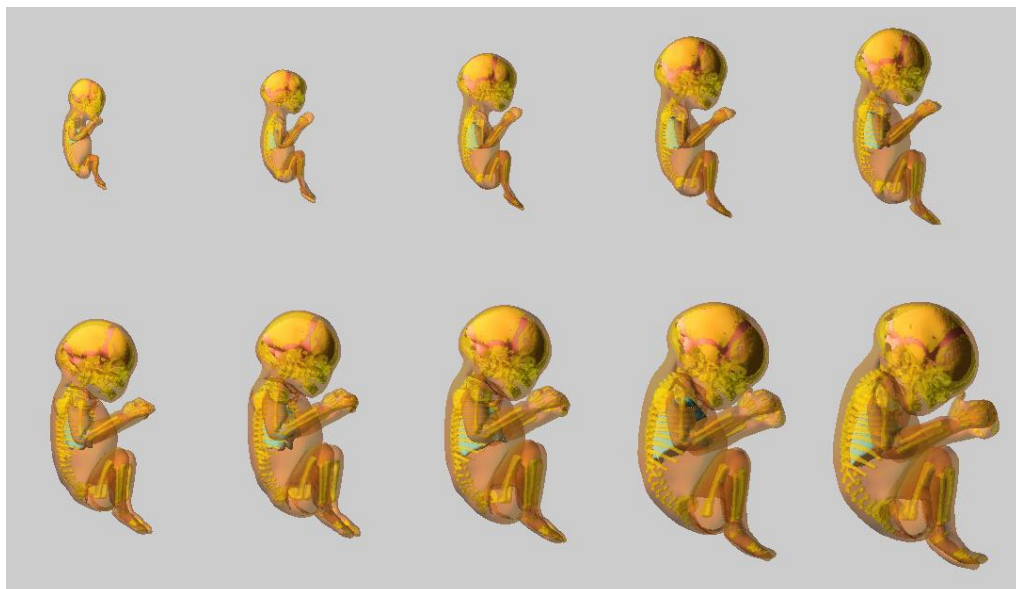
Illustration



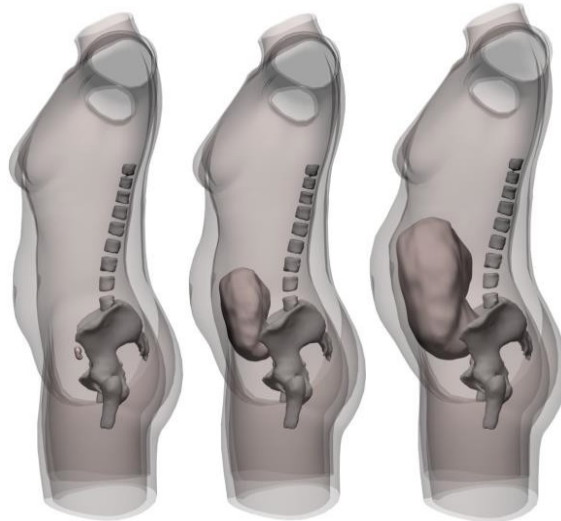
Numerical source models developed in the framework of the Fetus project



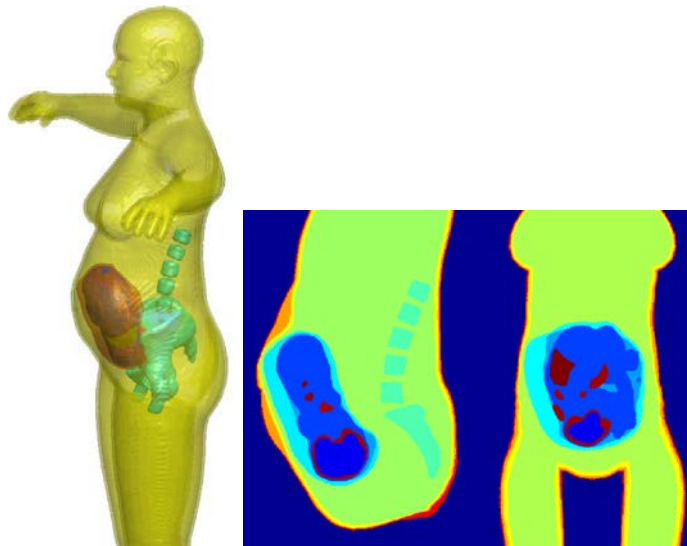
20 and 32 weeks Japanese fetal models developed from MR images



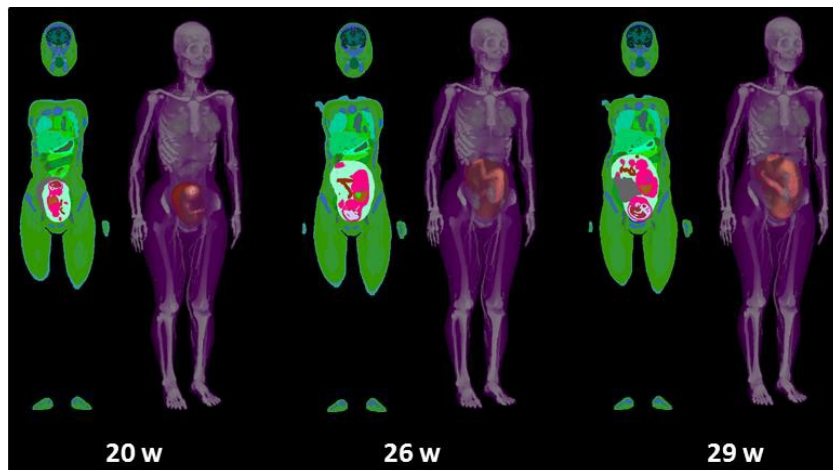
Fetus models developed using the Fetus Growth Modeling tool



Insertion of a Utero Fetal Unit (UFU) inside the maternal body envelope via progressive scaling and collision detection



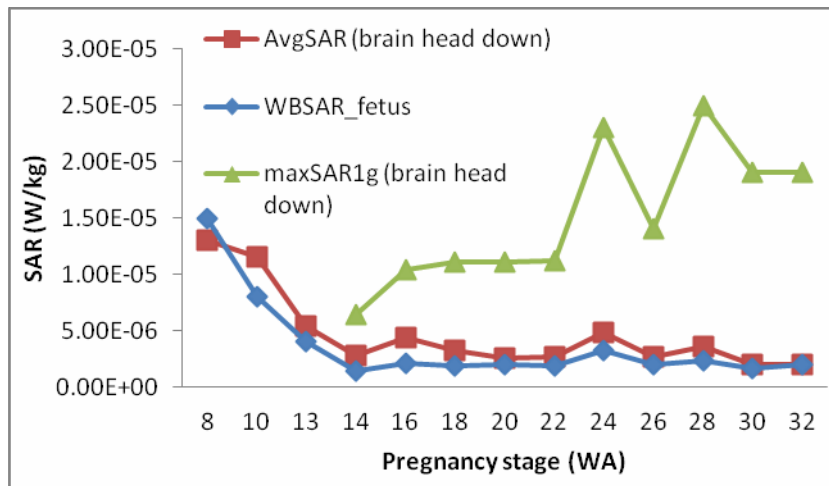
Example of a 30 WA fetus model inserted in the French synthetic semi-homogeneous woman model



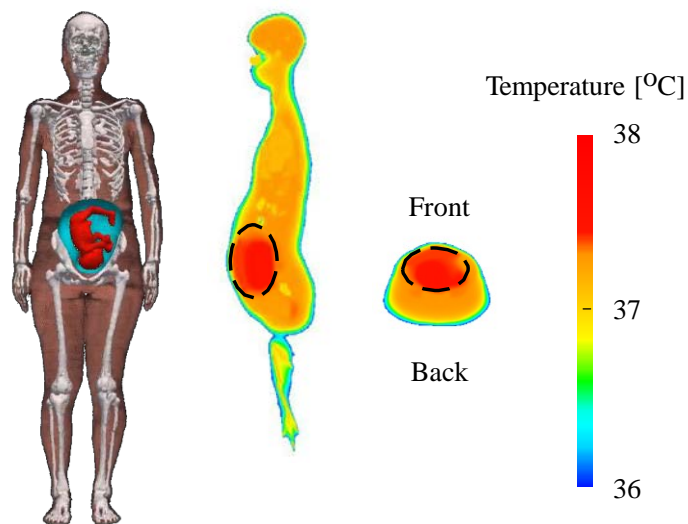
Heterogeneous Japanese pregnant woman models at different gestation ages



Sitting pregnant woman model



Variations of fetus whole-body SAR, average SAR and maximum averaged SAR over 1g in the brain values during the whole pregnancy



Temperature distribution in a pregnant woman model at the thermoneutral condition.

Factual information:

The FETUS project is a fundamental research project. The main goal of the project was to analyse the exposure of pregnant women and fetuses to electromagnetic fields induced by multiple sources. This project put in synergy a multidisciplinary know-how (electromagnetism, numerical dosimetry, image processing, statistical methods) of all the partners to validate the methods, the concepts and to develop tools.

The project, coordinated by Orange in France and by National Institute of Information and Communications Technology (NICT) in Japan, associated Telecom ParisTech, Telecom Bretagne, Phimeca, Nagoya Institute of Technology, Chiba University, Kanagawa Children Medical Center (KCMC; to March, 2012) and Tokai University (from April, 2012). The FETUS project began in May, 2010 and should initially last 36 months but an extension of 10 months has been asked and accepted. The project benefited from a financial aid of 610 000 € from ANR and 76,250,000 Yen from JST.

SICORP 仏 情報通信技術 (ICT) 終了報告書 (概要)

課題名 : Fetus and pregnant woman Exposure to Telecom new wireless Usages and Systems (FETUS)

フランス側代表者名・所属 : 代表 : Joe Wiart (Orange)

日本側代表者名・所属 : 代表 : 渡邊 聡一 (情報通信研究機構)

期間 : 2011 年 5 月 31 日 ~ 2014 年 3 月 31 日

CONSOLIDATED PUBLIC SUMMARY IN JAPANESE

要約 : 新たな無線通信技術とその利用により生じる電磁界に曝露された妊娠女性および胎児の評価

無線通信技術は我々の生活に必要不可欠となっている。世界中の35億人以上の人々が携帯電話を利用している。日本では1億人以上、フランスでは5000万人以上の携帯電話の利用者がいる。無線システムの利用拡大は人体と電磁波の相互作用に関する疑問を高めている。WiFi、WiMAX、RFID、NFC等の新しい無線通信技術の発展は人体と電磁波の相互作用に関する関心を高めた。

規制の観点から、無線通信機器は安全性のガイドラインに適合しているか評価されなければならない。しかし、定期的に新聞に掲載されるように、電磁界曝露に関連した健康影響について、社会的な関心が世界的にある。特に重要な課題は新たな無線周波数帯の波源に対する妊娠女性および胎児の曝露である。無線通信機器をベルト着けたりやポケットに入れた際の胎児曝露の解析のための研究やモデルが不十分である。これらすべての課題は無線通信システムの新たな利用形態と関連性が高い。

手法 :

このプロジェクトは3つの主要なタスクから構成された。第1のタスクは妊娠女性の数値モデル作成および変形である。新たに胎児の全身モデルを開発した。その一方、半均質構造の模造の妊娠女性モデルを構築し、その中に、胎児モデルを埋め込んだ。また、半均質妊娠女性モデル内に胎児モデルを埋め込むツールや任意週齢の胎児モデルを生成するツールを開発した。モデルの変形手法は直感的にボリュームデータを変形するため、ケージを用いた変形手法を採用した。提案手法はボリュームデータ表現する体表モデルを利用することにより、インタラクティブな変形を可能にする。

第2のタスクは曝露評価である。実際の無線端末の模擬したGSM, UMTS, WiFiの周波数帯の複数の波源モデルを構築した。時間領域有限差分法(FDTD法)を曝露評価の指標である比吸収率(SAR)と温度上昇の数値計算に使用した。

第3のタスクはFDTD法を用いた曝露評価に関する不確かさを評価するための統計処理に関するものである。その手法やツールは出力データ(SAR)に関する入力データ(母体の形状、姿勢、胎児の位置、波源の位置、妊娠週齢等)の不確かさを評価するために開発した。

プロジェクトの主な結果 :

妊娠 20 週から 33 週間の 6 体の新たな胎児モデルを胎児 MRI データに基づいて開発した。また妊娠 14 週から 32 週の異なる胎位の任意妊娠週モデルを自動生成するツール、半均質妊娠女性モデルに胎児モデルを埋め込むツール、四面体メッシュ生成および可視化ツールを開発した。最終的に妊娠週の異なる新たな妊娠女性モデルを構築した。また GSM,UMTS,WiFi の機器の 14 種類の波源モデルも開発した。

これらのモデルを使用して、新たな無線通信機器に関する胎児曝露の数値計算および、波源モデル、妊娠週および波源の位置の影響の統計解析を実施した。

国際共同研究によって得られた付加的な価値 :

胎児 MRI データ取得を日仏共同で取り組んだ。また、波源のモデリングに関して、日本側の研究機関の大学院生が波源のモデル化および波源の数値モデル妥当性評価について議論するために、フランス側の研究機関で 3 ヶ月間研究を実施した。

プロジェクト開始以降の学術的な成果物 :

このプロジェクトの広報活動のため、科学シンポジウムに参加 :

General Assembly of the International Union on Radio Science (URSI), JNM, Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS), European Conference on Antennas and Propagations (EUCAP)等

査読付き論文誌に採録 (11 論文) :

Progress in Biophysics and Molecular Biology (PBMB), Physics in Medicine and Biology (PMB), Computer and Graphic journal, IEEE Transactions on Biomedical Engineering 等

国際会議での発表 :

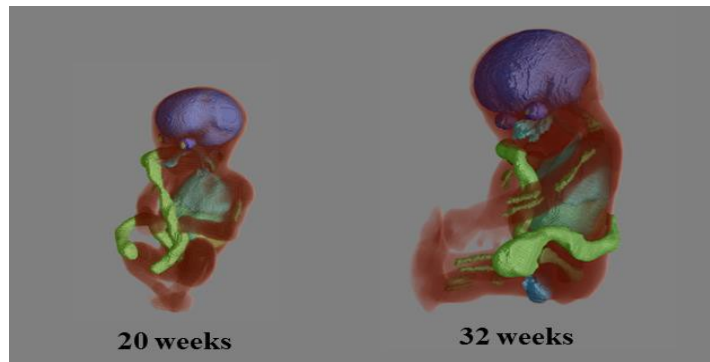
General Assembly of the International Union on Radio Science (URSI), Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS), European Conference on Antennas and Propagations (EuCAP), International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI) 等

2名の博士論文

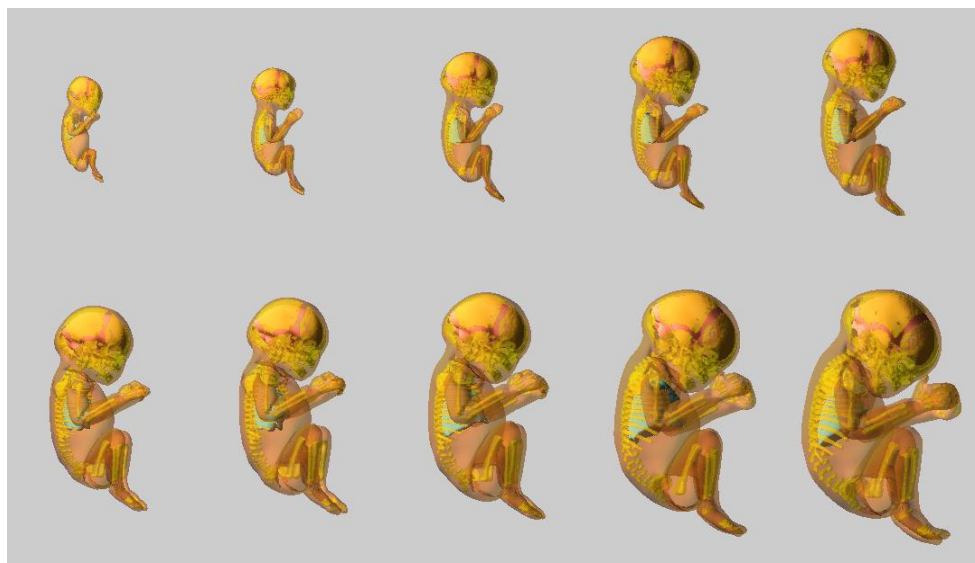
Marjorie Jala (Orange – Institut Telecom Telecom ParisTech) Noura Faraj (Institut Telecom Telecom ParisTech)



Fetus プロジェクトで開発した波源モデル



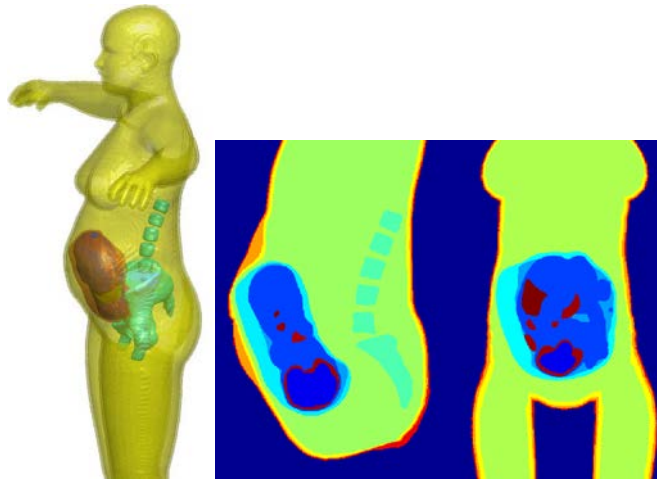
MRI データに基づいて開発した 20 週と 32 週の日本人胎児モデル



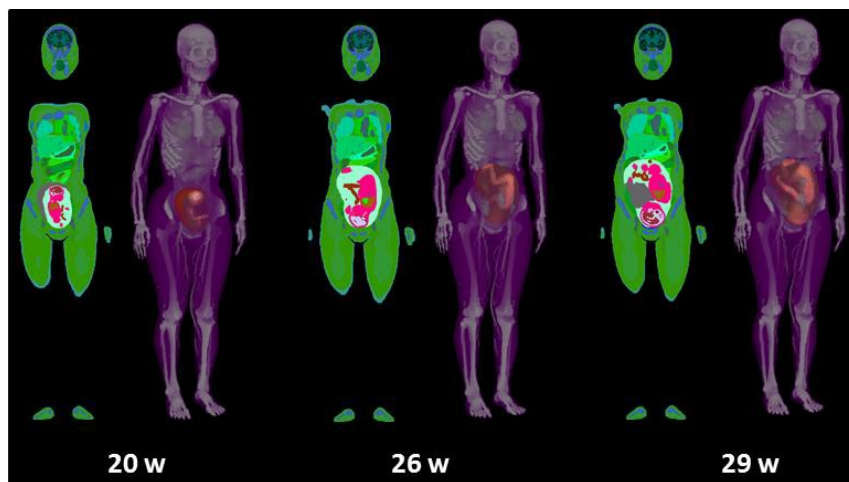
胎児成長ツールを用いて開発した胎児モデル



成長スケーリングと干渉検出による母体内への子宮・胎児の内挿



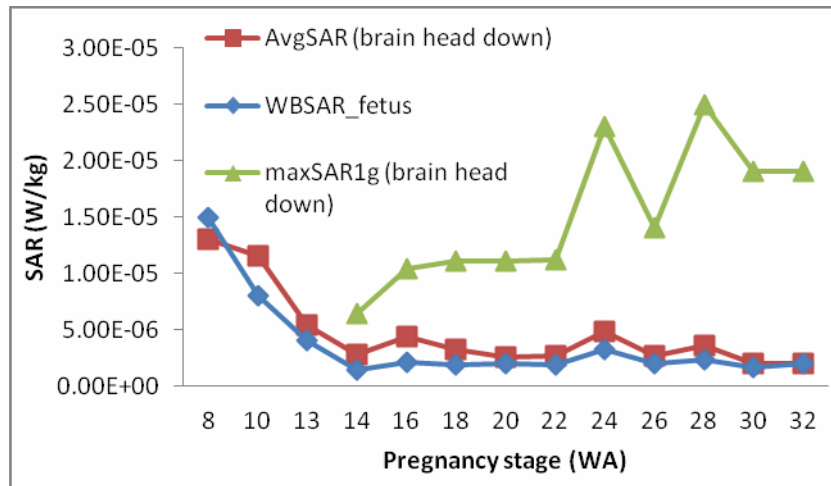
フランスの均質女性モデルに埋め込んだ 30 週の胎児モデル例



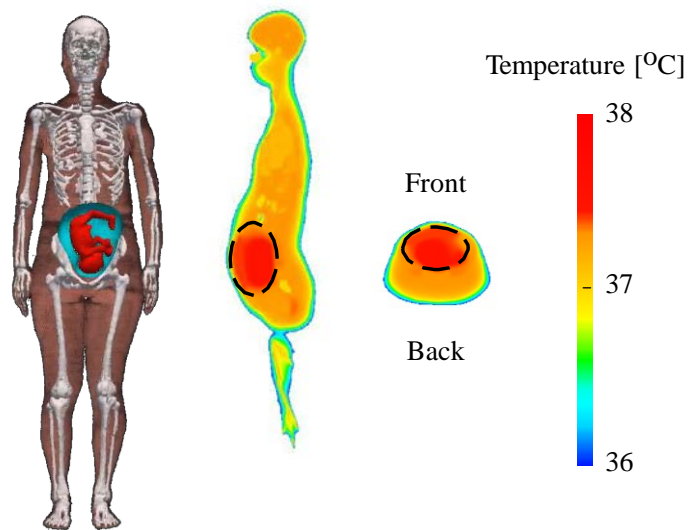
異なる週齢の解剖学的な日本人の妊娠女性モデル



座位姿勢の妊娠女性モデル



妊娠中の胎児平均 SAR、胎児脳内の平均 SAR および胎児脳内の 1g 平均ピーク SAR の変化



常温環境での妊娠女性モデルの温度分布

事実情報：

FETUS プロジェクトは基礎研究プロジェクトである。このプロジェクトの主な目的は多様な波源により生じる電磁界に対する妊娠女性および胎児の曝露評価を実施することであった。このプロジェクトでは研究方法の評価、モデル用ツール開発に、すべての共同研究機関の学術的な専門知識（電磁気、数値解析、画像処理、統計手法等）が含まれている。

このプロジェクトはフランスのオレンジラボおよび日本の独立行政法人情報通信研究機構により統括され、Telecom ParisTech, Telecom Bretagne, Phimeca, 名古屋工業大学, 千葉大学, 神奈川県立こども医療センター（2012年3月まで）、東海大学（2012年4月から）の共同研究であった。

FETUS プロジェクトは2010年の5月に開始した。本プロジェクトは当初36ヵ月間であったが、10ヵ月の延長が承認された。本プロジェクトはJST から7625万円、ANR から61万ユーロの研究助成金の恩恵を受けた。

