

財団法人テレコムエンジニアリングセンター

公益的調査研究助成

成果報告書

調査研究テーマ

アンテナ近傍波源に対する一般化インパルス応答 の構成法および測定法に関する調査研究

助成期間

平成 20年 4月 ~ 平成 23年 3月

提出期日

平成 23年 4月

研究代表者氏名

西方 敦博

所属機関・職名

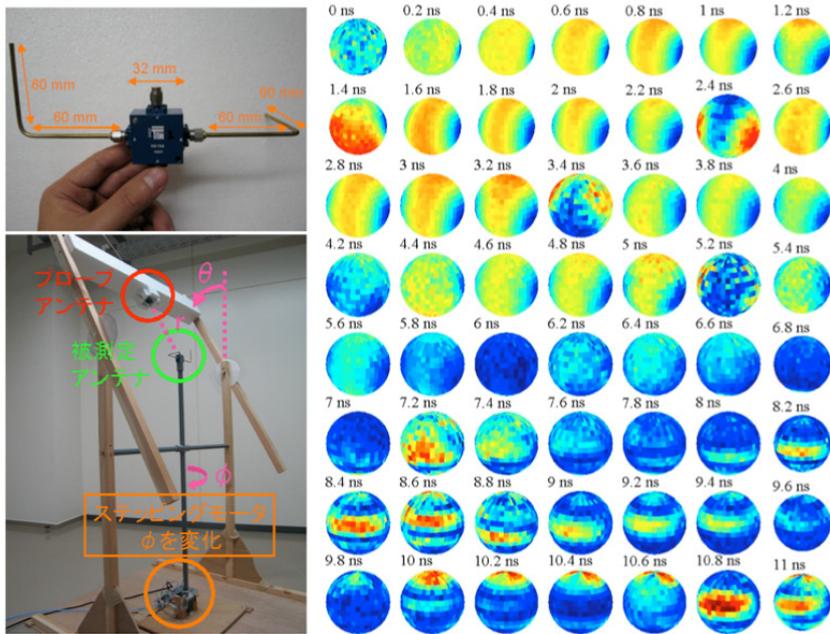
国立大学法人東京工業大学・准教授

1. 調査研究の概要

	! # \$ %	
& \ () * +, - * / * 0 *) * +1 - * 1/	
234 5& 64 7	89;	* <
勤務先	機関名	国立大学法人東京工業大学
	住所	東京都目黒区大岡山 2-12-1-W9-109
	TEL	
	E-mail	
助成金額		
=23>? @) 23- 6/ 24 @	

調査研究概要

近距離無線通信や近距離波源のセンシングなどの用途では、アンテナの近傍領域の特性が重要になる。本研究では、アンテナ放射界の多重極展開表現を用いてアンテナ特性を時間領域で測定し表現する方法を提案した。写真は非対称に折り曲げた被測定アンテナと、その近傍界を球面走査測定する装置である。被測定アンテナをパルス励振し、電界プローブの受信波形を記録した。図には測定球面上の電界強度分布が時刻とともに変化する様子を示している。この測定により、アンテナが空間の任意の点につくる電界ベクトル、磁界ベクトルの時間波形を算出することができる。これをアンテナの一般化インパルス応答と呼んでいる。このアンテナ評価法により、チャンネルモデルやセンシングへの応用が期待できる。本研究では応用例として、2つの非対称なアンテナを用いて、未知の電気ダイポール波源からの信号を受けるとして、その位置及び向きを推定する波源定位問題を設定し、受信信号の 200MHz~600MHz のスペクトルから10cm 以下の誤差で波源定位が可能であることを示した。



2. 調査研究の詳細

2.1 課題名:

! # \$ %

2.2 調査研究の背景

AB C DEFGHIJK LMNOPQRRS C TU VWX D C
 YZ [\] ^ _ ` a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z { | } ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾
 stluspvwxyzolw{z|k*}iju}ov~q{wmxivow*jop*qv€|k*li julqz*xivo*jop*qv€|f ... tO #Hl
 % S-U CE-ZPM e-R CHI '“ RS ”•- L —D~#\$6
 ,™š › †œRMYM• ž%oŸi¢ RS £α ,¥ CE|§ e*
 Me,° C±² J³µ CE¶!; CHI, Y¡TU ¼»¼ ...@YCE—Q ,
 ŽRCEdP C DC½⁹ \$¾
 ¿YD À, eÁ =Ā_ ĄÄ D “ Ąš OEZ —D,š AEZ ÇcN—© eÁ
 ®—C ½⁹TU JNE TU É«…Ê Ęµ YCÁ # \$ OEŠ_ˆ ,dPš
 Y İİR e*

2.3 調査研究の目的:

Ö Ö xØ ÖÖ 9j V_ ÜÚÜ VüüP YcORYQ C uDN Ò Ó •RD ÔÑ Ò Ó |CE
 ß_ˆ CE© e Vâ(, YOb ž%oDP D —© e= —D®O
 V Yáâe ä¼ D à(ää C æÝ uç £è |C
 ¡Qué £è |Éëë C íí ué íí | ŽP \$¡ tO e®! iš ðñ ò Vó
 ôRS CT\$ á ĀMP # \$ õ ò V¶]—D TU Vö÷ ŽR@YD,NM e*
 Á@— = ø_ DC æÝ Y9j ð ñ ò V\$ Ob CEúú —Q!
 •, É—C V ũ½⁹ üý ,š …Ê 9 V-p @YY CÁ ù
 úß_ˆ TU õ ò \ 理_ # \$ 9 V実Ê @Y—© e具体_ D iš
 極展開Èµ VLMCE CÁ 展開係¼Vß_ˆ , 精 一決\$ RS # \$ Yè 9 ¥C#\$ 誤差_ˆ
 ĀAMP 検討 etN C L 例YŽP C未- “ \$æ 問題VYë©
 げC手 V-p Yyé Á U能Va e*

2.4 調査研究の意義:

fg hijk*lmnopqprk*stlk*}ijk*lij,f 普及拡大 伴dP C
 Y (Kž%oTU VWX 需_ˆ CEê Y İí eTCö イジò %o や %o
 MPD CJK 路TU…Ê Dà(領域 CE直_ˆ —©ë 適ŽPM eÁ!; a
 M 動š_ˆ, àā #Hl%o 路 モõ É 利L @YCE—Q—© ろ• e-R C学术_ D
 理論_ , 理解やC概念YŽP 守備範囲V 領域— 拡げ@Y 寄与 可
 能U CE© eÁO!dP CAB C½⁹ 界`a Yf•dPMR # \$ 影響V与 可
 能U CE© e-R C新ŽM ò プ 開発V促 可能U ÉİINO e*
 未” \$æ 手 V検討 CE ©@CE 実L —QOb C不⊕ 放射 や絶縁破壊放⊕箇所
 検出Y 策 有効, 手 Y,è 得—© ろ• e*

2. 5 調査研究の方法:

\$i Y\$u *
 Ę C VSĭ ŽR e, ° CK%o YŽP 見R^ C
 端TOR 入力端子 Đ 流V 注入 ŽRYQ C 空(ĩuvk θkφ| け Đ 界ŪŪŪ
 CÔ 界ŪŪŪ Ę Y\$ĭ ŽR e@OD C 相反U CE ěpĀĀ DCž%o YŽP 見R
 YQ C ĩuvk θkφ|© ĐÑ •RD ŌÑ ŌÓ uŪŪŪ ĩCE»æ 階段%¼—à(ā YQ
 端TOR 端子ĐP 等ŽM e@ \$ĭ 基づQC 放射界iŠ 極
 展開 à(領域...¶ V 与iRe*
 決\$9 *
 次CK%o V 包ó AE 設¢Đ 界g 分V#\$ ŽP V 決\$ 9
 V 検討ŽR e 周¼ 領域#\$ —D CD 界g 分 複素振幅V\$SCIŠ 極展開 周¼ 領域...¶
 当PDS@Y— 展開係¼V 決\$ eà(領域—D CD 界g 分 à(V\$SCIŠ 極展開
 à(領域...¶ —...eMEO ŽPÉ C 有限個#\$ —#\$ cN 最小 é 乗_ ©PDSV 行eĀ
 際C 未¼ iĚ ĩ¼ # \$ CEŖ —©CE CĀ B¼ ¼V 検討ŽR eā¢ VĐŌ 界解析ÉY
 つš¼ 値実験! # \$ 実験iĚ 検討ŽR eĀ[果cN CŖ , 展開項¼C#\$ ¼ C 誤差Ā Y
 誤差 見° ĘĚ C, fV ¶ŽR e*
 # \$ 装Y Y\$# 手順*
 ~#\$ CD 界プロ プCAEZ 走#\$ 装Y V? ŽR e#\$ 器D 周¼ 領域—D ŪŪŪ
 ネットワ Ū ō ザVLMCà(領域—D 発生装Y Yō イジò オ•ロ コ プVLMRe
 全体Vūú 機制御 • ΔV ŽC#\$ £ 動 V 行dR eà(ゲŪ ! 不 反射 除去C
) 均 処理! āB¼ 影響 低 ĀMP 検討ŽR eĐ 界プロ プCE給Đ ケ プ つš 領域
 —D 誤差• 大CE予# TOR — CĀ 策YŽP # \$ 領域cN 除ā YĀ 効果V 検討ŽR e*
 VLMR ŌŌ — \$æ *
 L YŽP CDÑ ŌŌ æY 及iQV 推\$ \$æ V 検
 討ŽR eĀ 非 称 VLMC 未 cN » 発 ž%ĐP Ę Vé チャ ネ —ĭ 録
 ŽC VŪ 口 —量] 込]CĚ(HI V 最小 ©Y— C æY 及i
 QCE 推\$ —Q@YV ¶ŽC 推\$ 誤差V\$ _ ¶ŽR e*

2. 6 調査研究の特色

ヒŪ 聴覚D' cN 両耳— ‘ 響, 違MV 手掛cē ŽP p 体_ ;\$æ
 能力V 実Ě ŽPM e234 D' 響提¶ 装Y MP 頭部 © ‘ «ĭ , 仮想' 像提
 ¶V 実Ě ŽRMY ĩRCE CĀRS D 9i Ç け—š HI VÉ ðñò YŽR «ĭ ,
 V\$S B¼ CEcdR e@ 着想Y 技術VĐ L @YV ĩR e*
 ½9 領域—D HITU D» Ōo -jkr/v Y, RS Cē Ā 角 ðñò ĩTU
 V-ěĭŌ b 空(TU CEWX —Q ežčž C 領域—D AEZ 効果や静 ū 誘導
 界 影響—HITU YĭTU CE 独p —D,š, RS ðñ òCE-ĭC†N 偏 違MÇ け
 —š ĩQ5 新R v 分É 追Ě 7Vĭ 慮 B¼ CE 生じ eiš ðñò Vā †ceP #
 \$ Y, Ob # \$ 回¼ !" ōò CE 膨大Y, ě C 実L —š, e*
 = —D C モ ド 展開 ĩ9VLMOb C 空(局\$ Kž%oTU DC ¢
 Ā VĚĀ ĀExŌ け ā¼ 分理解YŽP I 散, モ ド Š ねĭce— 論じ@YCE—Q ..
 着ø ŽR e モ ド Df 限iš CE I 散 —©RS C#\$6 YdP B¼ , 空(分解能cN C
 高次モ ド¢ 限V 決S@YCE—Q e@OV 利L Ob C 各モ ド 係¼V 決\$ RS B¼ 充
 分#\$ V 行ibIM@Y, ě CDÑ •RD ŌÑ ŌÓ CEŌŌ a 所ŌŌ ĩQ— YcO
 RYQ ž%ĐP V 容易 再 —Q—© ろ•Y ĩR e*
 = —D AEZ 走#\$ V 行e@ —D 既 界#\$ Yĭ 似U CE©
 CEC 同#\$ CE½9 放射TU V\$S@YV ø_ YŽPM ŽC= —D cN ½9 —
 TU V 境ø ,š ¥S@YV ø_ YŽPM e-R Cā(領域#\$ 基づMP Cā(領域
 V _ ...Ě @YV ø'Ě 独EU CE@Y ĩ e*

3. 年度ごとの調査研究内容

<p>初分*) 20.40) 21.3 当該 DC 基礎 \$μ ! C 領域V 活L \$æ ~ L V 検討ŽR e 励振†OR Åš ĐO 界ViŠ 極展開...@Y— C DAEZ モド(TE_{lm}, TM_{lm})こY \$i —Q QONV ©Nc じS \$SP けb ÖÖ 観# — C ÖÖ ĐO 界分 È OE..È—Q@YV 理論_ 認ŽR e 同 ... ÈV= —D Y\$ĩ ŽPM e, C Y観# V 適切 交換Ob 相反\$ 理lè D同じY, e = 一提案 L 例YŽP C \$æ ~ L 可能UV 検討ŽR e 非 称È 曲OE dR g 状 V モñÛ — 解析ŽPDÖ 界V\$SC V 包ó AE...Z ç— 最小2乗_ iŠ 極展開係¾V\$SR e 2Å 耳OEŠ, 役割V ' \$æ ヒÛ V 得PC 2 Å ž% ò(È °CEMcN 推\$ V RS `a %¾V\$ĩ ŽR e@ `a % ¾V 最小 @Y— 未- \$æ OE可能—©@YV ¾値úú læ ¼ŽR eÁ 際C2Å 称UV 崩@Y— \$æ ©M+M†V 解消—Q@YV ¼ŽR e iŠ 極展開係¾V\$ læ ¥S 実験V 行dR e† 0.5m ÖÖ V? ŽC 半径 0.3m AEZç —Đ 界g 分V ネットUワU ò ザ—#\$ ŽR e 励振周¾ D 300MHz YŽR e ¥SR 展開係¾cN Đ 界分布OEほぼ«Žš ...†O@YV 認ŽR e</p>	
<p>) 21.40) 22.3 当該 DC プロ ブæY 決S 精 V 高SY YÉ #S¾ V• や RS C Đ 界 AEZ 走#\$ 装Y V 製? ŽP #S V 行dR e•R CÁ #Sĩ 果lè C ĐÑ ÖÖ \$æ 実験V 行dR e†N C 床や壁,fcN 不_レ 反射 低! 精 改善V 試JR e V 包ó AEZç Đ 界分布VAEZ 走#\$ RS #S 装Y VC 反射 少M 素材VL MP 製? ŽR eĐ 界プロ ブæY 決S 精 V 高SÅA iŠ #S¾ V 得RS CĐ 界プロ ブ 仰角V 設\$ こY C V ッピー モò —360° 回転†œ C ネットUワU ò ザ— 周¾ 掃引#\$ ŽR e@OV úú 機制御 @Y— 半£ 動#\$ V 行dR e 全G 0.7m V 非 称È 折è 曲げR g 状 V? ŽC 半径 0.31m AEZ 走#\$ V 2304— 行 MC 周¾ 2000 600MHz— iŠ 極展開係¾V\$SR e@OV 2ÅLMP \$æ 実験V 行dR e a¾¾ V 周¾ 領域— ° 分È ã 換ŽC 2Å ž% (YMR ĐÑ ÖÖ æY 及 "9j V 推\$ ŽR [果C水)Z 内 誤差OE 0.6mm ã 下C 垂直9j 誤差OE 400mm 程 YC9j !d P 推\$ 精 顕著, 違MCE見NORÉ C \$æ OE可能—©@YV 実験_ 明Nc ŽR e iŠ 極展開係¾#\$ 高精 RS C iŠ 極展開係¾#\$ 誤差 1Å —© 不_レ 反射 低 V 行dR eĐ 暗室—DM 普^ 実験室—床Z や壁Z cN 不_レ 反射 OE(遅OV 伴dP ž% †O @YcN C 周U VÉÅ à(ゲÛ %¾V 導入ŽCI 散±² エã 換lè 不_レ 除去V 行dR [果CŠ 極展開 当PDè 悪†V ... 残差ノ ムOE. 劣 周¾ 500MHz付 —D 8%CE 3%. 劣 @YV ¼ŽCÁ 有効UV— 認ŽR e</p>	
<p>最終 分*) 22.40) 23.3 当該 DC à(領域— #S † ! C 実 L_ ,L 例YŽP C» 発 \$æ V 実験_ 試JR e* 不良 生じšM 水銀” 2レ VLMP 1{—ã 下p°œè TU VÉÅ ッP È V 発生 †œ C#\$ 励振V 行dR e† 縮ÖÖ , Đ 界プロ ブž%È Vö イジò オ・ロ コブ—同' 可ú) 均ŽCà(ゲÛ 処理CI 散±² エã 換V 経PIŠ 極展開係¾ V\$SR e 残差ノ ム 大Qt— iŠ 極展開 当PDè 良†V `a ŽR [果C 折è 曲げ非 称 —DC 仰角9j ^ 子¾V 最大7—YOb !M@Y C 不_レ 反射 V 除去 à(ゲÛ V é 0{~ 程 YOb !M@YV ¼ŽR e* AEZ 走#\$ MP CĐ 界プロ ブæ%号ケ ブ OE\$ @Y! 影響OEiINO e•R C Óジ・ヨニー 誤差 影響EiINO e@ONV jEcé! 解析lè `a ŽR eÁ [果Cケブ 影響YÓ ジ・ヨニー 誤差 影響CE大QŠ Cプロ ブ 影響D 小†odR eÁ@— Cプロ ブCEK % ケブ M 領域θ CE 180° つš 領域7V#\$ ŽM a VÍR eÁ [果C θ V 150° — #S Ob 充分—©@YV ¼ŽR e* 静ĐÑ 放Đ !, Ü 続à(†M» ŽP \$æ V 行A V 想\$ ŽCà(領域— » ! \$æ 実験V 行dR e ッP È —励振ŽR † 縮ÖÖ cN Vé Å 折è 曲げ —ž% ŽCö イジò オ・ロ コブ—† 録ŽR e VLM R 推\$ [果C 0.1m ã 下 \$æ 誤差—\$æ OE—Q@YV 認ŽR e*</p>	

4. 調査研究成果の説明

得られた成果に対する自己評価

*
 = 提案Z R TU `a DC= F-ÒÓ \$æ L ŽP 有効UV
 ŽRYM• C 既 実L 踏 出ŽR YİP M e # \$ YŽP Ø準 寄与
 活動DT 行dPM,MCE C 今後C® 9 有LU VŲ®Y- 当該分野 ピ ŽPMQRM e
 ÅRSD C İİ ħ 適L 例VŲŽR]-D •Ç 不充分-Cæ C様々, 条件5
 İİ C周¼ 帯f 7ÉY -f! 適L -QcV 検討ŽPMŠ ß Cœ e*
 学術Z 貢献-D Đ 子情2‰ 学会 大会- 口頭発...6件! 修士論文1篇œ eÉŠ C 英文
 論文誌へ 投稿V 準備F -œ e*
 貴”ò 業務Y %係-D 新ŽM # \$ a 開発-œ cN %連D 大QM e=9
 L 範囲œ 広œ 実L レÙ ,Ob C 業務ç 貢献Å,œ É Y 待 e*
 今後 発展9j YŽP C=9 VLMR HI‰ チャ ネ モō 築々CAB ,M ò
 プ RYİb ¼9 Đ 力V 放射œ È T\$ “Y ‰ V f Å
 ,œ®Yœ İİNO etN CG 才Ò cÁO à 下 大Qt MPD C
 TU ...É ß , モ 下¼œ 少,šP 済òRS CT=9 œ 適ŽPMY İİ eR C±²
 Jµ 精密 相当!, œ Å œ=9 -a 済-œ Ob C (JK
 TU œ½HI cN HI • 精 İŠ ...É-Q!,œ Yœ ' 待-Q e9 -C 推\$ ħ
 L 例œ İ Å ÒÓ \$æ 限NOPM - œ®OV 複¼ œ MD 分布 適L -
 Q! ®É 今後 発展YŽPœ e

主な成果リスト

89; C 山梶佑介C `` 界i 極展開VLMR \$æ 検討C 2008 -Đ 子情2‰
 %学会‰ ソサ エ イ大会 B-4-70C 2008 - 9/

山梶佑介C89; C `` 界iŠ 極展開...É # \$9 検討C 2009 -Đ 子情2‰ 学
 会総\ 大会 B-1-128C 2009 - 3/

山梶佑介C89; C ``iŠ 極展開VLMR - \$æ 実験_ 検討C 2009 -Đ 子
 情2‰ 学会‰ ソサ エ イ大会 B-4-37C 2009 - 9/

山梶佑介C89; C ``à(ゲÙ 処理! iŠ 極展開精ç 検討C 2010 -Đ 子情2‰ 学
 会総\ 大会 B-4-75C 2010 - 3/

山梶佑介C89; C `` iŠ 極展開VLMR à(領域 \$æ 検討C 2010 -Đ
 子情2‰ 学会‰ ソサ エ イ大会 B-4-21C 2010 - 9/

山梶佑介C89; C `` iŠ 極展開 け Đ 界プロ ブ 影響% 検討C 2011 -Đ
 子情2‰ 学会総\ 大会 İx 4x7çCé 011 - ç/

*
 Å 他C 英文論文誌へ 論文投稿V 準備F e